אודיסאה

| מסע בין רעיונות |

גיליון מס' 9 אוקטובר 2010

"אודיסאה" במסע אל שורשי הציונות, מושג הפשרה, מיהו יהודי, מקורות הפשיזם, שדה הקרב העתידי, תיאוריית האבולוציה, מנגנוני השמדת חלבונים, ההשערה ההולוגרפית ותורת המיתרים



מיסודם של:
תבל
האוניברסיטה העברית בירושלים
The Hebrew University of Jerusalem

אמצעים נגד הכוח


ברטולד ברכט / ויקישיתוף

מר קוינר, האדם החושב, **דיבר באולם לפני קהל רב נגד הכוח**, והנה שם לב שהאנשים שלפניו נסוגים ומסתלקים. הוא נפנה להביט לאחור וראה שמאחוריו עומד – הכוח. "מה אמרת?" שאל אותו הכוח. **"דיברתי בעד הכוח"**, ענה מר קוינר. אחרי שיצא מר קוינר ביקשו תלמידיו לדעת מה עם עמוד השדרה שלו. ענה להם מר קוינר: **"אין לי עמוד שדרה כדי שישברו אותו.** דווקא אני חייב להאריך ימים יותר מהכוח".

ומר קוינר סיפר את הסיפור הזה: יום אחד, בימים שהתערער שלטון החוק, בא סוכן אל דירתו של מר אגה שלמד לומר לא, והראה תעודה שהוצאה בשם האנשים ששלטו בעיר, ובתעודה היה כתוב **שכל דירה שיציג בה את כף רגלו תהיה שלו;** וגם כל מאכל שידרוש יהיה שלו; וגם כל איש שיראה יהיה חייב לשרתו. התיישב הסוכן על כיסא, דרש אוכל, התרחץ, שכב במיטה, ולפני שנרדם שאל בפנים מסובים אל הקיר: **"האם תשרת אותי?"** מר אגה כיסה אותו בשמיכה, גירש את הזבובים, השגיח על שנתו, וכביום הזה כך ציית לו שבע שנים. ואולם בכל מה שעשה למענו, היה דבר אחד שנשמר היטב מלעשותו: הוא לא אמר מילה אחת. והנה נקפו שבע השנים והסוכן שמן מרוב אכילה ושינה ומתן פקודות, ומת. אז עטף אותו מר אגה בשמיכה המרופטת, גרר אותו אל מחוץ לבית, רחץ את המיטה, סייד את הקירות, **נשם לרווחה וענה: "לא".**

ברטולד ברכט, "סיפורי מר קוינר", הוצאת עם עובד. תרגום: אילנה המרמן

כשהרֶשע בא כמו גשם נופל / ברטולד ברכט

כְּאֶחָד הַמֵּבִיא מִכְתָּב חָשׁוּב לָאֶשְׁנָב לְאַחַר שְׁעוֹת-
הַקַּבָּלָה: הָאֶשְׁנָב כְּבָר נָעוּל.
כְּאֶחָד הָרוֹצֶה לְהַזְהִיר אֶת הָעִיר מִפְּנֵי שִׁטָּפוֹן: אֲבָל
הוּא מְדַבֵּר לָשׁוֹן אַחֶרֶת. אֵין מְבִינִים אֶת דְּבָרָיו.
כְּקַבְּצָן, הַדּוֹפֵק בַּפַּעַם הַחֲמִישִׁית בְּאוֹתָהּ דֶּלֶת שֶׁבָּהּ כְּבָר
קִבֵּל אַרְבַּע פְּעָמִים: הוּא רָעֵב בַּפַּעַם הַחֲמִישִׁית.
כְּאֶחָד שֶׁדָּמוֹ זוֹרֵם מִתּוֹךְ פֶּצַע וְהוּא מְחַכֶּה לָרוֹפֵא:
דָּמוֹ מַמְשִׁיךְ לִשְׁתֹּת.
כָּךְ בָּאִים אֲנַחְנוּ וּמְסַפְּרִים שֶׁעָשׂוּ לָנוּ מַעֲשִׂים
שֶׁלֹּא יֵעָשׂוּ.
כְּשֶׁסֻּפַּר לָרִאשׁוֹנָה, שֶׁיְּדִידֵינוּ נִשְׁחָטִים בְּהַדְרָגָה
קָמָה זְעָקָה שֶׁל פַּלָּצוּת. אָז נִשְׁחֲטוּ מֵאָה. אֲבָל
כַּאֲשֶׁר נִשְׁחֲטוּ אֶלֶף וְלַשְּׁחִיטָה לֹא הָיָה סוֹף, נָפוֹצָה
הַשְּׁתִיקָה.
כְּשֶׁהָרֶשַׁע בָּא כְּמוֹ גֶּשֶׁם נוֹפֵל, אִישׁ אֵינוֹ קוֹרֵא עוֹד:
עֲצֹר!
כְּשֶׁהַפְּשָׁעִים נֶעֱרָמִים, הֵם נַעֲשִׂים בִּלְתִּי-נִרְאִים.
כְּשֶׁהַסֵּבֶל נַעֲשֶׂה לְלֹא-נְשֹׂא, אֵין שׁוֹמְעִים
עוֹד אֶת הַצְּעָקוֹת.
גַּם הַצְּעָקוֹת נוֹפְלוֹת כְּגֶשֶׁם-קַיִץ.

"גלות המשוררים", ספרי סימן קריאה / הוצאת הקיבוץ המאוחד, 1978. עריכה ותרגום: ה. בנימין

אודיסאה

| מסע בין רעיונות |

מפיקה ומנהלת הפצה: איריס חייט
דפוס: דפוס אלי מאיר

אמנים: אדריאן ארהרדט, ריצ'ארד בארנס,
יעל ברתנא, גדעון רובין, טרנס קו, מיקי קרצמן,
פרנץ שטיינר

דימוי שער: גדעון רובין, "ילד עם מסכת גז",
(פרט), 2007, שמן על בד, 76/71 ס"מ.

מוציאים לאור:
"אודיסאה – מסע בין רעיונות"
מיסודן של חברת "טבע",
האוניברסיטה העברית ירושלים

כתובת לפניות:
ת"ד 15055 רחובות 76150
odyssey@odyssey.org.il

על ציונות, מלחמה, פשרה, דת ומדינה

ארבעה מאמרים בגיליון מס' 9 של "אודיסאה" עוסקים במדעי החברה והרוח. מדינת ישראל נתונה בתהליך של חילופי אליטות ובמשבר זהות עמוק, שעיקרו מתח עצום בין דת למדינה ובין משיחיות לחילוניות. ברקע נמשך סכסוך הנראה במבוי סתום עם העולם הערבי, כשמלחמה חדשה ואיום השמדה גרעיני אפשריים בכל רגע. על רקע משבר זה בולטת שתיקתם ואי־מעורבותם של רוב אנשי הרוח בדיון הפוליטי. האקדמיה מעדיפה להסתגר במגדלי השן שלה ולא להתייצב כאליטה מובילה, המציגה עמדה ברורה, חזון ורצון להשפיע. האם יש למדען יתרונות בשדה הפוליטי? האם למדעי הרוח והחברה אין יכולות ניתוח וניבוי, שמצדיקות אמירה ומעורבות חברתית? נראה שרוב הציבור חושב שלפילוסוף או למדען אין שום יתרון על האדם מן הרחוב. נראה גם שמרבית אנשי האקדמיה מסכימים עם עמדה זו, מוותרים על רצונם להשפיע ומסתפקים בניסיונות להסביר או לתאר ולא להוביל. ארבעה ניסיונות תיאור כאלה מובאים בגיליון שלפניכם.

"אודיסאה – מסע בין רעיונות"

כתב־עת העוסק במחשבות, רעיונות, דילמות וויכוחים המתקיימים בחזית העשייה המדעית והפילוסופית העכשווית. כתב־העת מכוון ליצירת חיבור בין מדע לחברה ובין רעיונות לתוצאותיהם ולמשמעותם. חברת "טבע" והאוניברסיטה העברית בירושלים מוציאות לאור את "אודיסאה" כחלק מפעילותן לקידום המדע והתרבות בישראל.

טבע
האוניברסיטה העברית בירושלים
The Hebrew University of Jerusalem

תוכן עניינים

מדורים

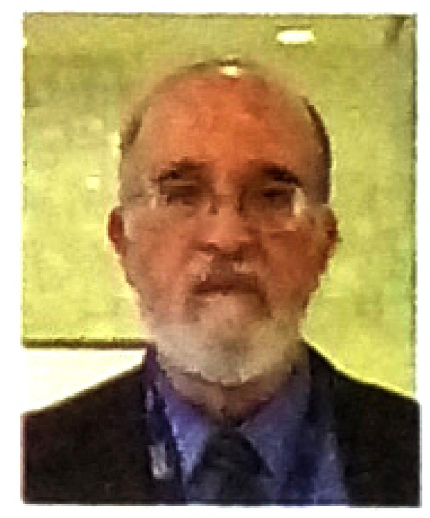
שיחה עם פרופ' אהרן צ'חנובר



10
מי לחיים ומי למוות

פרופסור לרפואה וביוכימיה בפקולטה לרפואה בטכניון. חתן פרס נובל לכימיה לשנת 2004 וחתן פרס ישראל לחקר הביולוגיה לשנת 2003. משמש כמנהל מכון רפפורט לרפואה בחיפה וחבר באקדמיה הישראלית למדעים. עוסק בחקר התא, פירוק חלבונים ופיתוח תרופות מצילות חיים.

פרופ' יצחק בן ישראל



26
מלהב החרב אל זיכרון המחשב

משמש כראש התכנית ללימודי ביטחון באוניברסיטת תל-אביב. למד מתמטיקה, פיזיקה ופילוסופיה והשלים את לימודי הדוקטורט בפילוסופיה. מחקריו עוסקים בביטחון לאומי, מודיעין, מדע ואסטרטגיה צבאית. בן ישראל הוא אלוף במילואים וחכה פעמיים בפרס ביטחון ישראל.

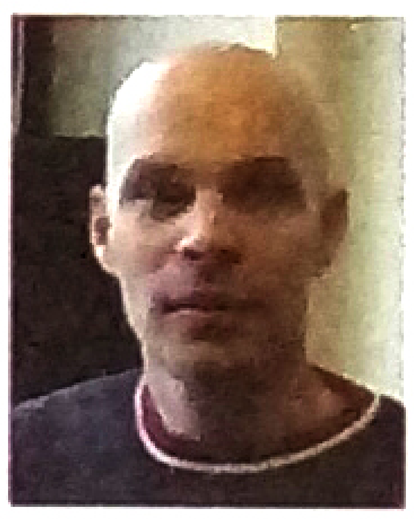
שיחה עם פרופ' אבישי מרגלית



38
על פשרות ופשרות רקובות

פרופסור אמריטוס באוניברסיטה העברית בירושלים ופרופסור במכון ללימודים מתקדמים באוניברסיטת פרינסטון. חתן פרס ישראל ופרס א.מ.ת לפילוסופיה. עוסק בפילוסופיה פוליטית, בפילוסופיה של המוסר ושל הלשון, בלוגיקה ובפילוסופיה חברתית. עבודתו הנוכחית עוסקת בבגידה - פוליטית, אישית ודתית.

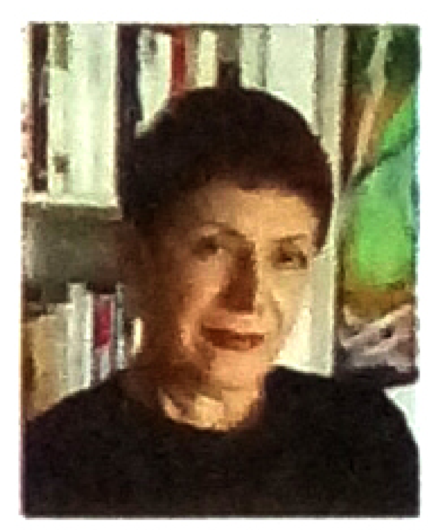
פרופ' עדי ארמוני



48
היקום כהולוגרמה

משמש כפרופסור לפיזיקה תיאורטית של חלקיקים אלמנטריים באוניברסיטת סוונסי שבוויילס. בשנים 2004-2001 השתלם במכון המחקר האירופי לחקר הגרעין שבז'נבה (CERN). תחומי התמחותו הם תורת השדות, הקוונטים ותורת המיתרים.

שיחה עם פרופ' אניטה שפירא



58
מאין באנו? לאן אנחנו הולכים?

פרופסור אמריטוס להיסטוריה של עם ישראל באוניברסיטת תל-אביב וכלת פרס ישראל להיסטוריה של עם ישראל. עוסקת בהיסטוריה של היהדות והציונות ובחיבור שבין יהדות וישראליות. מומחית לתולדות תנועת העבודה. בין היתר, פרסמה ביוגרפיות של ברל כצנלסון ושל יגאל אלון.

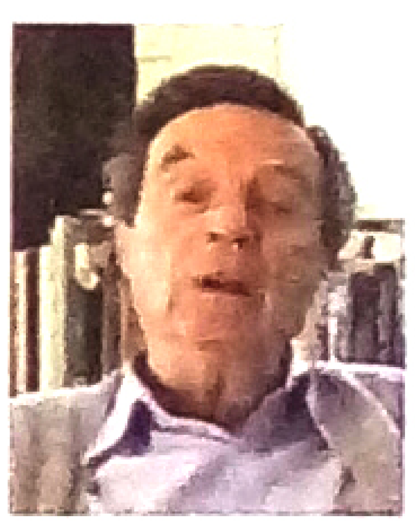
ד"ר גיא סלע



68
הרבה מעבר לספק הסביר

חוקר ומלמד אבולוציה במכון למדעי החיים באוניברסיטה העברית בירושלים. מחקריו עושים שימוש במודלים מתמטיים ובאנליזה של רצפי DNA על מנת ללמוד על אופן פעולתה של הברירה הטבעית. בשנים האחרונות שימש כפרופסור אורח באוניברסיטאות סטנפורד ושיקגו.

פרופ' יוסף אגסי



76
מיהו ישראלי?

פרופסור לפילוסופיה באוניברסיטת תל-אביב. פילוסוף ביקורתי ותלמידו של הפילוסוף קארל פופר. עוסק בפילוסופיה של המדע, בפילוסופיה חברתית, בנושאי זהות, לאום, דת ומדינה, חינוך וטכנולוגיה. למד פיזיקה, מתמטיקה ופילוסופיה באוניברסיטה העברית בירושלים ושימש כפרופסור לפילוסופיה באוניברסיטאות שונות ברחבי העולם.

שמואל שם־טוב

הם מפחדים

אם מדע בכלל, ומדעי החברה והרוח בפרט, אינו אמת אובייקטיבית, ותיאוריות מושפעות מסביבה תרבותית וממערכת ערכים, אולי יש צדק בדרישה הפוליטית לברור אנשי אקדמיה גם על־פי דעותיהם? מסע קצר בעקבות מקורות הפשיזם המודרני

■ בימים אלה חשוב לחזור אל סיפורו של טרופים ליסנקו. ברית־המועצות שאחרי מהפכת אוקטובר התיימרה להוביל את האנושות אל קץ ההיסטוריה. המארקסיזם־לניניזם הציע את התיאוריה המדעית הסופית והמוחלטת להבנת טבע האדם והחברה האנושית. העקרונות המארקסיסטיים, טענה המפלגה הקומוניסטית, תקפים לגבי הפיזיקה והביולוגיה ממש כמו לגבי הפסיכולוגיה והסוציולוגיה. מדע שאיננו מתיישב עם עקרונות אלה – אינו יכול להיות נכון.

באווירה זו עלה לגדולה ביולוג וגניטיקאי צעיר וכריזמטי בשם טרופים ליסנקו, שמחקריו התמקדו בחקלאות וגידולי שדה, תחום שבו ברית־המועצות הרעבה ניסתה להביא למהפכת ייצור. ליסנקו ביצע ניסויים וטען להצלחות מופלאות בהגדלת התפוקה החקלאית. התיאוריה שלו שילבה לאמארקיזם עם מארקסיזם, וניהלה ויכוח עם תורתו של דרווין, עם תפיסת הברירה הטבעית ועם חוקרי הגנטיקה המובילים במדע המערבי. ליסנקו הציע תיאוריה של תורשה נרכשת וטען, שבטבע מתקיימות קפיצות אבולוציוניות מהפכניות. במערב נהגו להתבדח על חשבונו ולומר, כי הוא מחכה להולדת שימפנזה במשפחתו.

על שם הביולוג הצרפתי ז'אן בטיסט לאמארק, שטען כי תכונות הנרכשות במהלך חיינו יכולות לעבור בתורשה. במסגרת תיאוריית ההתפתחות שלו הוא הסביר, שיצורים חיים מגיבים לסביבתם על־ידי ארגון עצמי ועלייה במורכבות המובילה לקדמה.

ברית־המועצות הקומוניסטית אימצה בהתלהבות את ליסנקו ואת תורתו. הנהגתה הצהירה כי אין ביולוגיה או גנטיקה אחרת בלתי זו של ליסנקו, וכי הביולוגיה המערבית היא תיאוריה בורגנית ושקרית. תורתו של ליסנקו, כך הובהר, היא חלק מהאמת המארקסיסטית הבלתי ניתנת לערעור. סטלין בכבודו ובעצמו התייצב מאחוריו, ואף שְׂכתב כמה מנאומיו. ליסנקו מונה לתפקיד ראש האקדמיה למדעי החקלאות, ודאג לחסל ולכלוא כל מדען שהתחרה בעמדותיו. במשך עשרות שנים הוא שלט שלטון יחיד בתחומי המחקר הביולוגי בברית־המועצות.

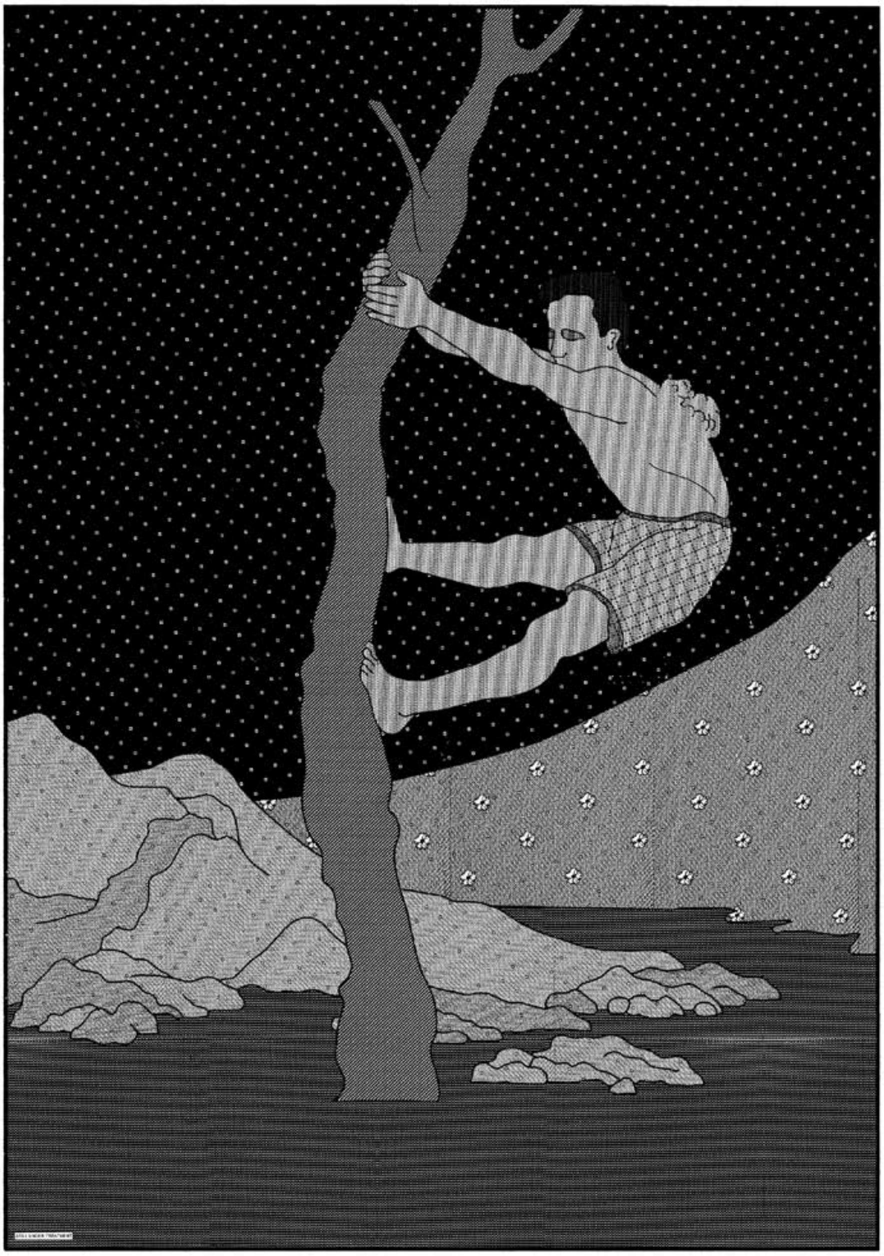
התוצאה הייתה בלתי נמנעת: למרות חותמת הכשרות הפוליטית של סטלין והפוליטבירו, כשלה התיאוריה של ליסנקו והתבררה כטעות גדולה המבוססת על שרלטנות, רמאות והפחדה. ברית־המועצות שקעה לתוך עידן של פיגור גדול בתחומי המחקר הביולוגי והחקלאי, ולא נחלצה ממנו כמה עשורים.

מעורבות המפלגה הקומוניסטית בנושאים מדעיים לא נעצרה בביולוגיה ובגנטיקה. לַבְרֶנְטִי פבלוביץ' בריה, שעמד בראש פרויקט האטום של סטלין, הדריך את הפיזיקאים שלו להתנגד לתיאוריית היחסות הכללית ולמכניקה הקוונטית, כיוון שאלה לא התיישבו בעיניו עם העקרונות המארקסיסטיים הטהורים. המפלגה האמינה שמדע אינו יכול להיות מופרד מאידיאולוגיה ומפוליטיקה, וכן שהאקדמיה, שאף היא חלק בלתי נפרד מהשלטון, חייבת להתאים את עצמה לדרישותיו. על־פי השקפת עולם זו, גם המדען איננו יכול להיות מנותק מצורכי האומה, וכאשר מחקריו סותרים עקרונות אידיאולוגיים – אסור להתיר את המשך פעילותו האקדמית.

כישלונו של ליסנקו הפך לדגל אדום המתנוסס מעל כל ניסיון לערב פוליטיקה במדע. אבל ברית־המועצות איננה היחידה שניסתה לערב בין התחומים. כמעט כל משטר אידיאולוגי בלתי דמוקרטי, הטוען כי הגיע באופן בלעדי אל חקר האמת, מנסה להשתלט על הממסד האקדמי ולרתום אותו לצרכיו. הדוגמה הקיצונית היא, כמובן, זו של אדולף היטלר, שהכפיף את המדע הנאצי לגחמותיו ולאמונותיו, במיוחד בתחום הרחב של הביולוגיה והגנטיקה.

גרמניה הנאצית פסלה את מה שכינתה "המדע היהודי" והרחיקה, תחילה מהאקדמיה ומאוחר יותר מגרמניה כולה, כל מדען שדבק בו שמץ של "יהודיות". פרופ' אהרן צ'חנובר מתאר בגיליון זה את ההיסטוריה של התגלית שהביאה לו ולחבריו את פרס נובל בכימיה. מי שחולל את השינוי הראשון והמשמעותי בתחום זה היה מדען יהודי־גרמני בשם רודולף שכנהיימר, שבדומה לעשרות מדענים גדולים אחרים, נאלץ להימלט מגרמניה בתחילת שנות ה־30 של המאה העשרים.

היטלר חיסל במו ידיו את המדע הגרמני, ובכך סייע בעקיפין להפיכתה של ארצות־הברית ל"מעצמת על" מדעית. את מעורבותו של המשטר הנאצי במדע נוהגים לכנות במערב – "מתנתו של היטלר": 14 מדענים יהודים שעזבו את גרמניה בשנות ה־30 בגלל הרדיפות זכו, שנים אחדות אחר־כך, בפרסי נובל על עבודתם בארצות־הברית. עשרות מדענים אחרים הפכו לפורצי דרך בתחומי



איה בן רון, מתוך הסדרה "**עדיין בטיפול**", 2005, 125X170 ס"מ, הדפסת רשת על בד

מחקר שונים, והפיזיקאים – שהבולט ביניהם הוא אלברט אינשטיין – אף הביאו את ארצות־הברית לניצחון במרוץ אל הפצצה. אין ספק שהחיבור שעשה היטלר בין הפוליטיקה ההרסנית שלו לבין המחקר המדעי היה אחד הגורמים המרכזיים לנפילתו.

לאומנים גרמנים נהגו לעמוד ליד ביתו של אינשטיין ולגדף אותו ואת המדע היהודי. הוא קיבל מכתבי איום, וסטודנטים לאומנים קטעו את הרצאותיו. מסית אנטישמי שהכריז על פרס למי שירצח את המדען השנוא, נעצר ונקנס ב־16 דולר.

אחד הפיזיקאים היהודים־אמריקאים הנודעים ביותר באותה תקופה היה רוברט אופנהיימר, שעמד בראש פרויקט מנהטן – הפרויקט החשאי הגדול לפיתוח הפצצה האטומית הראשונה. והנה, חלפו רק שנים מעטות, והאיש שהעניק לאמריקה את קלף ההכרעה במלחמת העולם השנייה, נחשד באהדה לקומוניזם (פשע נורא בארצות־הברית של השנים ההן) והורחק מפעילות אקדמית ממוסדת.

מתברר, אם כן, שהניסיון להכפיף את המדע לאידיאולוגיה פוליטית איננו נחלתם הבלעדית של משטרים דיקטטוריים. בנסיבות מסוימות נוטות גם דמוקרטיות החשות – בצדק או שלא בצדק – באיום או במצוקה, להרחיק מן המחקר המדעי גורמים החשודים בעיניהן בסטייה אידיאולוגית. בארצות־הברית המקארתיסטית של תחילת שנות ה־50 התנהל מסע רדיפות והשמצות כנגד אנשי קולנוע, תרבות, ספרות ומדע, שנחשדו באי־נאמנות למשטר. תקופה חשוכה זו נמשכה כמה שנים, ולמזלה של אמריקה, הופסקה בלחץ דעת הקהל. עד היום מהווה עידן מקארתי דף שחור בהיסטוריה של ארצות־הברית.

נכון, יש הבדל חד בין הרחקת איש מדע החשוד בסטייה אידיאולוגית ממשרתו לבין קביעת תזות מדעיות על־ידי פוליטיקאים. כשמקארתי רדף אחרי אופנהיימר, הוא לא התיימר לקבוע מהי הפיזיקה האמיתית. משימתו, אותה ביצע בלהיטות־יתר, הייתה להרחיק מהמחקר האקדמי כל מדען שנחשד בעיניו באי־נאמנות פוליטית, כאשר המגדיר הבלעדי של המושגים "נאמן" ו"בוגד" היה לא אחר מאשר הוא־עצמו. התוצאה של ציד המכשפות הזה הייתה הרסנית למדע, לתרבות ולחברה, ובסופו של דבר, גם לדמוקרטיה – בארצות־הברית המקארתיסטית אנשים הלשינו על חבריהם לעבודה, מדענים נמנעו מלשתף פעולה עם חבריהם החשודים והתחמקו מהתבטאות בכל נושא שנוי במחלוקת, וסוכני אף.בי.איי ומלשינים עסקו בקדחתנות באיתור בעלי דעות קומוניסטיות ובהרחקתם ממוקדי השפעה.

* * *

עליית הפשיזם במאה העשרים היא אחת התופעות ההיסטוריות המרתקות של המאה. שני צדדים יש למטבע הפשיסטי: בצידו

>>

>> האחד – העלאת האומה והלאום לדרגת קדושה. בצידו השני – הסגידה לכוח. מה גרם לעמים נאורים להציב את הלאומנות מעל לכל ערך אנושי אחר? איך ויתרו תנועות פוליטיות מתקדמות על השפעתן ונכנעו לדיקטטור מניפולטיבי? מה סחף המונים אחר סיסמאות ריקות, סמלים וטקסים נבובים, עד שהיו מוכנים להקריב את חייהם ללא היסוס? מדוע הצליח הפשיזם לגבור במדינות מסוימות, ואילו באחרות נכשל כישלון חרוץ?

אלפי ניתוחים סוציולוגיים והיסטוריים ניסו לספק תשובות לשאלות אלה. כולם סבורים שבכל המקרים מדובר בצירוף של גורמים חברתיים, כלכליים, פוליטיים והיסטוריים, שהכריעו לבסוף את הכף לטובת הפשיזם. ואף על פי כן, אני מבקש להדגיש מאפיין מרכזי אחד, שדומה כי הוא עובר כחוט השני בכל המקומות שהפשיזם ניצח בהם: הפחד. כל הצלחה של תנועה פשיסטית קשורה קשר הדוק לפחד אישי וקולקטיבי, של פרטים ושל חברות המרגישים מאוימים, אישית וחברתית.

הבנת הפסיכולוגיה של הפחד היא, על כן, מפתח חשוב בניסיון לאבחן מגמות פשיסטיות. ככל שהפחד שחשה חברה מסוימת חזק יותר, כך נחצים יותר ויותר קווים אדומים בדרך לשלילת חירויות, אפליית זרים, פגיעה בשונים והפעלת כוח שלטוני ללא הגבלות. ככל שחברה בטוחה יותר בכוחה וביכולת עמידתה, כך היא סובלנית יותר ומסוגלת לאפשר לחריג, לשונה ולזר לפעול בתוכה ללא הגבלות. פשיזם הוא תמיד סימן לפחד ולחולשה.

פחד ממה? ברמה האישית מדובר בפחד בסיסי מאובדן פרנסה, ביטחון אישי והיכולת לקיים את משפחתך. במובן החברתי מדובר בפחד עמוק ומשמעותי הרבה יותר – הפחד הגדול מאובדן הזהות. פשיזם צומח בחברה שחשה חוסר ביטחון בזהותה ובהגדרת זהות זו ומאוימת מזרים, המסוגלים לכאורה להשתלט על ערכיה ועקרונותיה ולשנותם.

את המודל האולטימטיבי לתהליך הזה מספקת לנו הרפובליקה של ויימאר. 15 השנים שבין תבוסת גרמניה במלחמת העולם הראשונה לבין עלייתו של היטלר לשלטון, מכילות את תמצית התיאור לאופן שבו חברה משכילה, תרבותית ודמוקרטית מאבדת את שפיות דעתה. בספרו החשוב "**לפני המבול – ברלין 1918–1933**" מתאר אוטו פרידריך את החיים בברלין עד לעלייתו של היטלר לשלטון. מצד אחד – חגיגה בלתי פוסקת של תרבות, תיאטרון, מוזיקה וסקס, המתקיימים בתוך ריק שלטוני ומנהיגותי. מצד שני – פשע, אלימות, כלכלה מרוסקת, שחיתות וחוסר ביטחון תמידי. איש לא ידע בברלין של אותם ימים איך ישרוד ביום המחרת.

שני גורמים חיצוניים היוו איום על הזהות הגרמנית – היהודים והבולשביקים. היטלר הסתער על שני פחדים קמאיים אלה ורכב עליהם עד להשגת השלטון. "**לברוטליות**", הוא אמר בהקשר זה, "**רוחשים כבוד. בני אדם זקוקים לפחד בריא. הם רוצים לפחד ממשהו. הם רוצים שמישהו יפחיד אותם ויעשה אותם כנועים ורועדים מפחד. האם לא ראיתם איך בכל מקום, אחרי התגרות באולמי הבירה, אלה שהוכו מכות נמרצות היו הראשונים שהצטרפו למפלגה כחברים חדשים?**"

הפחד מאובדן הזהות דחף את ההמונים אל זרועות הפשיזם. הפחד מהאלימות והגסות, לצד הדאגה לקיום היומיומי, הפכו את האליטות לפסיביות וכנועות. עיתונאים נמנעו מלכתוב את דעתם, אנשי רוח העדיפו לעסוק בבידור, אנשי מדע התעלמו מהחרמת חבריהם, פוליטיקאים הרכינו ראש וחיכו שהסופה תעבור מעליהם. הפסיכיאטר פרנץ אלכסנדר, שעבד באותה תקופה במכון הפסיכואנליטי של ברלין, סיפר: "**הלעג והזלזול שחשו מטופלים שלי כלפי משטר ויימאר היה בולט. התנועה הנאצית הייתה, במובן מסוים, סוג של מרד נגד הזרם ההיסטורי הקוסמופוליטי, השוויוני והעל־לאומי... זו הייתה התגוננות מפני אובדן הזהות ברמה הלאומית. ויימאר נתפסה כמשהו שמעצמות המערב כפו על גרמניה, משהו זר למסורת הגזע והלאום הגרמני, משהו זר להיסטוריה שלו**".

* * *

62 שנה לאחר הקמתה עוברת מדינת ישראל משבר זהות קשה. 113 שנה מאז כינוס הקונגרס הציוני הראשון מנסה הציונות להבין את עצמה מחדש. השאלות "מיהו יהודי", "מיהו ישראלי" ו"מיהו ציוני" מקבלות אינספור תשובות בתוך החברה הישראלית. חלקן הפוכות זו מזו וסותרות זו את זו.

החברה הישראלית פועלת תחת איום חיצוני תמידי על קיומה. איום זה הפך ממשי בעשור האחרון, עם פיתוח הפצצה האיראנית והקצנת שלטון האייתוללות באיראן. שתי מלחמות לבנון שהסתיימו ללא הכרעה ברורה, והאיום התמידי מכיוון עזה – מגבירים את חוסר הביטחון. מדינת ישראל, שבקוד הגנטי שלה מוטבע חותם השואה, פוחדת מאפשרות ממשית של חיסול פיזי.

לצד האיום החיצוני מתרחש מאבק פנימי על הזהות. האליטה הציונית המייסדת איבדה את ההגמוניה, המרכיב ה"יהודי" – שחלקו התנגד לציונות וחלקו האחר הצטרף אליה בהיסוס – החליט שאפשר להשתלט מבפנים על התנועה הציונית. קבוצות מהגרים שונות מנסות להטביע את חותמן התרבותי ולקבע את מעמדן כאליטה הקובעת את מערכת הערכים המובילה. היום, יותר מאי־פעם בעבר, החברה בישראל מפוצלת ונאבקת על הגמוניית הזהות.

תפיסת כור ההיתוך הישראלי פעלה באופן נפלא עם קום המדינה. הגמוניה מוכרת ומוסכמת, משותפת תרבותית לסוציאליסטים ולרוויזיוניסטים, שלטה בהצלחה, וכל גורם שונה וזר הוכפף אליה גם בכוח. לפחות למראית עין, לא הייתה בעיית זהות. הישראלי החדש הוגדר בצורה ברורה בדמותו של שרוליק הצבר (כפי

"הבנת הפסיכולוגיה של הפחד היא מפתח חשוב בניסיון לאבחן מגמות פשיסטיות. ככל שהפחד שחשה חברה מסוימת חזק יותר, כך נחצים יותר ויותר קווים אדומים בדרך לשלילת חירויות, אפליית זרים, פגיעה בשונים והפעלת כוח שלטוני ללא הגבלות. ככל שחברה בטוחה יותר בכוחה וביכולת עמידתה, כך היא סובלנית יותר ומסוגלת לאפשר לחריג, לשונה ולזר לפעול בתוכה ללא הגבלות. פשיזם הוא תמיד סימן לפחד ולחולשה"

שהונצחה על־ידי הקריקטוריסט דוש). היה זרם ציוני מרכזי, וכל הזרמים האלטרנטיביים נאלצו להסתופף בצילו.

העידן הזה הסתיים בהתרסקות ובקרע, וכור ההיתוך נוצח על־ידי התפיסה הרב־תרבותית. בד בבד עם גילוי היתרונות הגדולים שבחברה פלורליסטית התברר, כי בישראל הצעירה, חסרת המסורת המדינית, הפועלת ללא חוקה מוסכמת, המאבק החריף על זהות הופך במהירות לאיום קיומי. ליבת המאבק מתמקדת בשאלת היהדות מול הציונות, והדת מול המדינה. בשני תחומים אלה, הנוגעים למרכיבי הזהות האישיים והלאומיים הבסיסיים ביותר, מתרחש היום קרב בין מחנות אויבים.

בחברה הנתונה במשבר זהות פנימי וחשה איום קיומי מבחוץ, מתגבר הפחד. הפחד גורם לאנשים להיצמד למרכיבי הזהות הבסיסיים ביותר שלהם, להסתגר כלפי חוץ, לדחות את הזר והשונה, לנקוט אלימות ולסגוד לכוח. אלה רוב המרכיבים המובהקים המשמשים דלק לעליית תנועות פשיסטיות.

הרוב הדמוקרטי בישראל עדיין מוצק ומחבר בין ימין ושמאל, דתיים וחילוניים, אבל הסימפטומים המסוכנים כבר כתובים על הקיר, והפחד המחלחל מתגרה ללא הרף בקו הגבול המפריד בין מותר לאסור, בין הגנה על ערכים וויכוח לגיטימי לבין ציד מכשפות מדכא ואלים. לכאורה, אין לממסד האקדמי תפקיד ואין לו צורך להיות מעורב במשבר זה. תפקידה של האקדמיה, כמו תפקידו של המדע, הוא לחתור באופן אובייקטיבי ועקבי להבנה טובה יותר של הטבע, לחשיפת הכלים והחוקים שעל־פיהם פועל האדם ומתנהלת החברה, ולחתירה לאמת המדעית, כפי שזו מוגדרת במתודה המדעית. המדע, לפחות כך הוא נתפס בעיני הציבור, מנותק מערכים ואינו יכול להציב סטנדרטים אתיים או מוסריים.

פילוסוף המדע קארל פופר מציע בעבודתו הפילוסופית את החיבור ההכרחי בין פילוסופיה, מדע וחברה. פופר מתאר את עקרונות המתודה המדעית כהליך בלתי פוסק של ניסוי וטעייה, של ביקורת והעמדה למבחן. פופר מציע תשובה חד־משמעית לשאלה מהי הגדרת המדע: לתיאוריה מדעית יש, לדבריו, יכולת לעמוד למבחן חוזר, שבו תאושש או תופרך, בהליך חופשי ואובייקטיבי. התוצאה מתפיסת מדע זו באה לידי ביטוי בספרו המונומנטלי "**החברה הפתוחה ואויביה**". אבי הליברליזם, ג'ון סטיוארט מיל, מתאר תפיסה זו כהתמודדות בין רעיונות, אשר מסוגלת להתקיים אך ורק בחברה חופשית. המדע, אם כן, אינו ניטרלי ואינו חף מערכים. מעצם טבעו הוא מציב את עקרון החברה הפתוחה והחופשית כערך בסיסי והכרחי לקיומו. בלי החופש להתווכח, להתמודד, לטעות, להציע דרכים שונות וחדשות – אין חברה חופשית ואין מדע.

חלק ניכר מהגיליון הנוכחי של "אודיסאה" מוקדש לנושא משבר הזהות הישראלי והציוני. ארבעה מאמרים עוסקים, בדרך זו או אחרת, במשבר זהות זה ובאיומים החיצוניים על מדינת ישראל. ההיסטוריונית פרופ' אניטה שפירא מנסה לשחזר את ערכי הציונות הבסיסיים ולבדוק מה השתנה בתפיסת הציונות מאז ועד היום. הפילוסוף פרופ' יוסף אגסי חוזר לשאלת הבסיס "מיהו ישראלי", ומשחזר את התפתחות המאבק ההיסטורי בין הציונות החילונית ליישוב הישן הדתי, לתנועת המזרחי הציונית ולמתנחלים שנולדו מתוכה. הפילוסוף פרופ' אבישי מרגלית מנתח את מושג הפשרה ומנסה להציע עקרונות מוסריים לטיפול בסכסוכים. פרופ' יצחק בן ישראל סוקר את שדה הקרב העתידי ואת השינויים שחלו בתפיסת הביטחון הלאומי עקב שינויי הטכנולוגיה. כולם נמנעים מביקורת פוליטית וחברתית, אך מציעים כלים נוספים לניתוח ולהתמודדות עם המשבר הקיומי הנוכחי.

הביולוג והפילוסוף הדגול פרופ' יעקב ברונובסקי מספר, כי בביקורו הראשון בארצות־הברית ב־1953 עיכבו אותו אנשי משטרת הגבולות וערכו לו סדרת בדיקות גופניות משפילה, שבסיומה הועבר לחקירה. ברונובסקי, שהביא עימו בעיקר ספרים של הרצאותיו, עמד מפוחד מול השוטר הקפדן. הספר שהשוטר בחר לבדוק כלל התייחסויות רבות למארקס ולקומוניזם, נושאים שהיו אז מוקצים על־ידי השלטונות בארצות־הברית. "השוטר", סיפר ברונובסקי, "קרא כמה משפטים ושאל: **'אתה כתבת את זה, חבר?' 'כן', עניתי, והוא אמר: 'הממ... רב מכר זה לא יהיה'"**. ברונובסקי מסיים בנימה אופטימית: "כל עוד ישנם שוטרים המתמכרים לביקורת ספרותית יותר מאשר לחוק וסדר, לא יקיץ הקץ על שאר הרוח שלנו". ■

שמואל שם טוב הוא איש תקשורת, עורך כתב העת "אודיסאה" ומנהל מרכז הספר והספריות בישראל

שיחה עם פרופ' אהרן צ'חנובר

מי לחיים ומי למוות

עובדה מפתיעה היא שכל חלבוני גופנו מתחלפים לעתים תכופות, ובכל זאת אנחנו קיימים כזהות אחת מלידה עד מוות. מדוע על חלבוני הגוף למות כדי שאנו נחיה? חתן פרס נובל, פרופ' אהרן צ'חנובר, זיהה יחד עם שני שותפיו לפרס, את המנגנון הקובע אילו חלבונים ימותו ומתי נגזר דינם. הגילוי הזה פורץ דרך לפיתוח תרופות מצילות חיים חדשות ולהבנה של מערכות הבקרה המשגיחות על גופנו <<





Terence Koh, *The Camel Was God, The Camel Was Shot*, 2007, Sculpture - Cast of artist's body, bronze, white patina, Courtesy Peres Projects, Los Angeles Berlin
טרנס קו , "הגמל היה אל, הגמל נורה", יציקה של גוף האמן, ברונזה מצופה פטינה לבנה, 18X46X166 ס"מ,
טקסט אודות האמן בעמוד 14

<< ■ זמן־מה לאחר שהוכרז על זכייתו בפרס נובל לכימיה, הוזמן אהרן צ׳חנובר לפורטוגל, לעיר קטנה המרוחקת 150 קילומטר מליסבון. בדרך מקרה הוא ובנו נקלעו שם לבית־כנסת קטן, ששופץ וחודש לאחרונה ומשמש יהודים, שהיו מומרים במשך מאות שנים ורק בשנים האחרונות חזרו להזדהות כיהודים. כששמע שומר בית־הכנסת כי האורחים הם ישראלים, הזמין אותם בהתרגשות לטקס חגיגי שייערך למחרת, יום ראשון, בבית־הכנסת.

טקס בבית־כנסת ביום ראשון? שאל צ׳חנובר בתמיהה. כן, השיב השומר, זהו האירוע הגדול ביותר בתולדות בית־הכנסת שלנו. ישראלי שזכה בפרס נובל מגיע לעיר, ואנחנו חוגגים לכבודו חגיגה מיוחדת, לנו ולעם היהודי.

הסיפור הזה, שצ׳חנובר מספר בהתרגשות גדולה, מסמל את השילוב המיוחד שהוא מייצג: איש מדע מבריק, קצין לשעבר בחיל הים וציוני גאה, יהודי הרואה במסורת היהודית נדבך מרכזי בהשכלתו, ואדם שמקדיש חלק גדול מזמנו לחינוך לערכים ולחיבור בין מדע לחברה.

לכאורה, אהרן צ׳חנובר עוסק במנגנון זעיר השוכן בתא הבודד. התגלית שהביאה לו ולשני עמיתיו למחקר (אברהם הרשקו, המנחה שלו בעבודת הדוקטורט, ואירווין רוז, שותפם מהמכון לחקר הסרטן בפילדלפיה) את הזכייה בפרס היוקרתי נראית, בעיני המשקיף ההדיוט, כהסבר טכני – אחד מני רבים – המתאר באיורים ובנוסחאות כימיות פעולה מסתורית – גם היא אחת מני רבות – המתרחשת בגופנו. והרי אנשי המדע המודרניים מגבילים את עצמם יותר ויותר למחקרים ממוקדים ומדויקים, ורק מעטים מצליחים להבין כיצד מתקשרות או משפיעות תוצאות מחקריהם על חיינו ועל יכולתנו להבין טוב יותר את מהות האדם.

אלא שהתיאור הזה אינו מתאים כלל לתגלית של צ׳חנובר ושותפיו, ועוד פחות מזה – לאישיותו ולפועלו. יתרה מזו: הוא דווקא הצליח, וממשיך להצליח, לחבר בין תגליתו לבין הבנת אופן תפקודו של גוף האדם ומוכיח, כי יש חיבור הדוק בין מחקרים בכימיה לבין קידום מקצוע הרפואה ופיתוח תרופות מצילות חיים. צ׳חנובר אף מתעקש להצביע על הקשר בין מערכת החינוך וההשכלה הגבוהה לבין ערכי האזרחות הטובה. בהרצאותיו, וגם בדוגמה האישית שהוא נותן, הוא מציע מודל משולב, אינטרדיסציפלינרי, המרתק את שומעיו ויוצר חיבור הדוק ומרשים בין העבודה המדעית לבין שליחותו של המדען ותפקידו בחברה.

צ׳חנובר מרבה אמנם לנסוע בעולם, אך המעבדה הייתה ונשארה מרכז עולמו. משרדו נמצא בלבה, ודוקטורנטים וחוקרים שוקדים שם בניצוחו על פיתוח מחקרים חדשים. "אני מאמין בחופש פעולה ויוזמה מלאה של הסטודנטים שלי", הוא אומר. "אני נותן להם לקפוץ למים העמוקים ולטבוע. רק אם מזהים סכנה ממשית נחלצים לעזרתם. מדע מחייב ניסוי וטעייה, יוזמה ולקיחת סיכונים. אני מאמין בעבודה קשה ובטעויות שכל אחד עושה ולומד מהן".

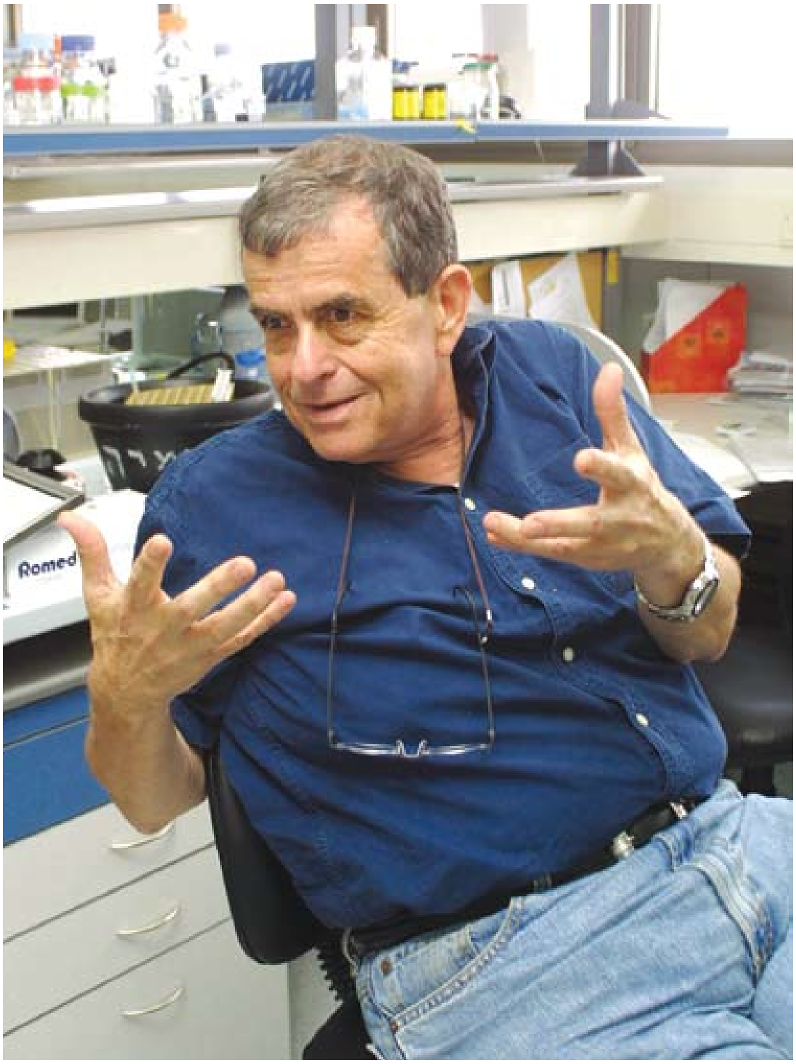
זכית בפרס נובל בכימיה, אבל אתה בכלל רופא ולא כימאי.

כבר מילדות נמשכתי לתחום הביולוגיה, וההליכה לכיוון הרפואה הייתה סוג של פשרה. העתודה האקדמית בשנות השישים אפשרה לימודי רפואה בלבד, אבל כבר במהלך הלימודים הבנתי שאני רוצה לחבר בין תחומים. במהלך הלימודים נוצר אצלי סוג של תסכול בנוגע לרפואה ויכולתה להתמודד עם מחלות קשות ומגפות, במיוחד בכל הקשור להבנת מנגנוניהן הבסיסיים, רציתי – וגם פניתי, כבר במהלך הלימודים – לעסוק במחקר, שבו חשבתי כי טמון הסיכוי להבנת מנגנוני מחלות ולריפויין. ידעתי שאני רוצה להימצא בתחום הכימיה של התהליכים הביולוגיים – הביוכימיה – המחבר בין ביולוגיה, כימיה ורפואה.

המדע המודרני הולך ומתמקצע, הולך ומצטמצם בתחומי מחקר ממוקדים ומוגבלים. ברפואה בלבד יש חלוקה לעשרות סוגי מומחיות, והתוצאה היא שמומחה בתחום מסוים יודע בדרך־כלל מעט מאוד על תחומים אחרים. פיזיקאים של החלקיקים, למשל, אינם בקיאים באסטרופיזיקה, וכן הלאה. החלוקה לדיסציפלינות יוצרת עולמות שאין ביניהם כמעט דיבור או מגע.

כל ההגדרות הדיסציפלינריות, החלוקה המדעית למקצועות נפרדים, הן הגדרות של האדם ואינן קשורות למציאות הטבע. אלה הגדרות מלאכותיות. הן נולדו כתוצאה מכך שאנחנו מתקשים להבין את התמונה הכוללת ולא מסוגלים להתמודד עם מורכבות גדולה מדי. האוניברסיטאות, כשנוסדו לפני כתשע־מאות שנים, אימצו את השיטה הזו מטעמי נוחות, כי לא ניתן ללמד אחרת. מלמדים לפי מקצועות ומוותרים – לפחות בזמן הלימודים – על המורכבות הקיימת בטבע. אנשים חכמים הציבו קווי הפרדה מלאכותיים, לקחו את תחום מבנה האטום ושייכו אותו לפיזיקה. אחר־כך טיפסו לרמה גבוהה יותר, למולקולות שיש להן שם וזהות, וקראו למקצוע זה כימיה, וחילקו אותה לאנאורגנית, העוסקת ביקום הדומם, ולאורגנית. לזו האחרונה, שעיסוקה בעולם הצומח והחי, כשהמולקולות הופכות לאורגניזם ולחיים – קראו ביולוגיה. וכשבביולוגיה יש הפרעה או תקלה – הולכים למוסך שהוא בית־החולים, ולמקצוע זה קראו רפואה.

כל ההגדרות האלה הן הגדרות בלבד, והן נמצאות על רצף שיצרנו בתוכו חלוקה שרירותית, לדעתי, לצורך הוראה. בפועל, כולנו – בני האדם וכל עולם הדומם, הצומח והחי – עשויים מקשה אחת בלתי ניתנת להפרדה. כל גופנו הוא אטומים ומולקולות המצייתים לכל



"אני נוטה להאמין שהכול כימיה, וכשאעבור מן העולם לא אהיה פה יותר. בבית־הקברות אהיה מאכל לתולעים, וכל מה שאני נושא איתי ייעלם. יישארו, כמובן, הדברים שכתבתי והקלטתי, והרעיונות שלימדתי, אבל תיעלם רוחי, תימוג יצירתי, ייעלמו אהבותי, רגשותי והאינטליגנציה שלי – כל מה שמרכיב את האדם, לא יהיה עוד. זו אולי העדות שהכול כימיה. ברגע שהתאים והמולקולות הופכים מאכל לתולעים, נותר העבר בלבד שהוא מטאפורי; יכולת היצירה קופאת ברגע המוות. המשימה להמשיך ולפתח רעיונות הופקדה מאותו רגע בידי אלו החיים"

פרופ' אהרן צ'חנובר במעבדתו שבחיפה

חוקי הפיזיקה והכימיה ומתארגנים לתאים ולחיים, ובתוכם מצויה, מן הסתם, גם רוח האדם.

ובכל זאת, המדע בונה חומות בין מקצועות ותחומים. מדענים מתמחים בתחומים מצומצמים יותר ויותר. התהליך הזה מקדם את התפתחות הידע המדעי או עוצר אותו?

כנראה שאין לנו דרך אחרת. חתן פרס נובל לפיזיקה, דוד גרוס, אמר שהמוצר החשוב ביותר של הידע המצטבר הוא בורות נוספת. ככל שאנו יודעים יותר אנו מבינים פחות. אנו מייצרים בורות. הידע המצטבר פותח מעגלי שאלות נרחבים ומקיפים יותר. לפני חמישים שנה אפשר היה למצוא אנשים בעלי ידע מקיף שהתמצאו בתחומים רבים. היום קשה יותר ויותר למצוא אנשים כאלה, מכיוון שכמות הידע כל־כך גדולה, והשאלות רבות עד כדי כך, שאין לאדם אפשרות להקיף הכול.

מצד שני, מתפתחים גם מקצועות בין־תחומיים. יש היום מקצוע חדש שנקרא ביולוגיה של מערכות, מקצוע העוסק בתקשורת שבין מערכות תאיות שונות. אני מכנה ביולוגים שחוקרים מערכות מהסוג הזה, טייסים. הם לא עובדים ברמת רזולוציה גבוהה, ולא בחדירה למולקולות הבודדות, אלא ב"מבט־על". מובן שהם משלמים על כך מחיר מסוים, אבל הם יוצרים כלים חדשים, שיביאו להסתכלות

>>



Terence KOH, *Untitled (Vitrines 1-10)*, 2008 (detail)
Mixed media sculptures/installations - Glass cases with objects of various media including porcelain, wood, metal, bones, skulls, plastic, bronze, plaster, paint, breaks, shatters, secret messages, thoughts and desires. Dimensions vary with installation

טרנס קו הוא אמן קנדי ממוצא סיני. קו משלב בעבודותיו מגוון רחב של חומרים באמצעים שונות, מחומרים פשוטים וגשמיים כמו עץ, מתכת, פלסטיק וגבס, דרך חומרים ייחודיים כמו עצמות, גולגולות, זהב, שיער, ועד "חומרים" מטאפיזיים ומופשטים כמו "מסרים סודיים", "מחשבות" ו"תשוקות". האמן מדגיש את ה"חומרים" המופשטים ואת התהליכים שעובר החומר במשך העבודה על היצירה כחלק בלתי נפרד ממרכיבי עבודת האמנות עצמה. שברים, סדקים, עובש וקורוזיה גם הם חלק מאבני הבניין של העבודה. בהרבה מעבודותיו מייצר קו "שכפולים" לישויות קיימות מחומרים פיסוליים ומחבר ואוסף אותם יחד עם חפצים בעלי מטען רגשי, תרבותי והיסטורי, בניסיון לבחון את הקיום של ישות אינדיווידואלית, ולבודד את החוויה האנושית שיוצקת תוכן ומשמעות לאובייקטים פיזיים. קו יוצר בתחומים נוספים ומגוונים והתפרסם גם בתחומי האופנה, הווידיאו, המוזיקה ועוד.

למעלה: טרנס קו, "**ללא כותרת (ויטרינות 1–10)**", 2008 (פרט), טכניקה מעורבת פסלים/מיצב –
תיבות זכוכית עם אובייקטים במגוון אמצעים הכוללים פורצלן, עץ, מתכת, עצמות, גולגולות, פלסטיק, ברונזה, גבס, צבע, שברים, סדקים, ניפוצים, מסרים סמויים, מחשבות תשוקות. גדלים משתנים.

שונה ולהבנת מורכבות התא החי. הכלים המלווים את המהפכה הזו הם המחשב והחישוביות, שהביאו לשינוי גדול בכמות הנתונים הנגישים ובדרכי המחקר. אין ספק שהתפתחות יכולת החישוב ועיבוד הנתונים היום חוללה מהפכה בידע ובהבנה שלנו.

שיתוף הפעולה והשילוב שבין ההסתכלות ברזולוציה גבוהה לבין מבט־העל יקדמו אותנו. החדירה לעומק תמשיך. לא נחזור למצב של רופא משפחה שעונה על כל הבעיות, אלא נפנה לרופאים מומחים המתמצאים בתחומים שילכו ויהפכו צרים עוד יותר מבחינת הגדרתם, אך רחבים ביותר מבחינת היקפם. תחשוב מה ידענו על הלב לפני 40 שנה, ומה אנחנו יודעים היום. יש לנו מומחים לתת־תחומים של הלב ולכל סוג של טיפול בו. יש לנו מומחים לאלקטרופיזיולוגיה, לצנתור, למסתמים, לאי־ספיקת לב, למומים מולדים, לאולטרה־סאונד, והמקצוע הקרוי רפואת לב פורק לתת־מקצועות. תפקידו של רופא המשפחה המכיר אותנו אישית, ישתנה. יהיו בידיו כלים רבי־עוצמה, חלקם הדמייתיים וחלקם כימיים־מולקולריים־גנומיים, שבעזרתם הוא יוכל לבצע אבחון ראשוני ולהפנות אותנו למומחים המתאימים. לאחר מכן הוא ירכז את המידע. הוא יהיה זה שינצח על תזמורת המומחים, ותפקידו יהיה שונה במידה רבה מתפקידו היום.

פילוסופים מסוימים של המדע, כמו גם חלק מהמדענים, מנסים לעשות רדוקציה של התופעות כדי לנסות להעמידן, בסופו של דבר, על הסבר בסיסי אחד. הביולוגיה נשענת על הכימיה, שנשענת על הפיזיקה. האם ניתן ללמוד ממולקולה קטנה על רוח האדם? האם ניתן לעשות רדוקציה של התבונה למולקולה קטנה או לפעילות כימית במוח?

האדם, כמו כל אורגניזם, חי או צומח, הוא מכלול. בין כל האלמנטים המרכיבים אותנו יש המשכיות ושילוב בלתי ניתנים להפרדה. אני לא מאמין ברדוקציה, בהעמדה של תופעה אחת על תופעה אחרת, אבל אני כן מאמין בפירוקן של תופעות מורכבות למרכיביהן הקטנים ביותר ולהרכבתן מחדש על מנת להבין את המנגנון שלהן. הטבע, כפי שציינתי, לא שמע על ההפרדה בין דיסציפלינות. האם ניתן יהיה פעם להבין הכול? האם ניתן יהיה ללמוד הכול, לתת הסבר אחד לכלל התופעות? בשלב זה המורכבות גדולה יותר מהיכולת שלנו להבינה, ואין בידינו אפילו את הכלים הניסיוניים לנתחה. בשנים האחרונות נוצרה דיסציפלינה חדשה, זו של ביולוגיה סינתטית, המנסה ליצור חיים ממולקולות לשם שתי מטרות: להבין את תהליך יצירת החיים, ובמקביל לנסות לשפרם. עד כמה ירחיק התהליך לכת ויחדור גם אל המורכבת שבתכונות האדם – אל רוחו – קשה לדעת. יהיה זה אגוז קשה לפיצוח בכל מקרה. הגישה, לדעתי, נכונה ומבוססת אולי על אמירתו של הפיזיקאי הידוע ריצ'רד פיינמן, לפיה לא נוכל להבין לעולם את שלא נוכל ליצור.

יש ויכוח בשאלה, האם הרוח האנושית, התבונה, שונה במהותה מהגוף ואינה ניתנת להסבר כימי ופיזיקלי. אנשי מדע ורוח שונים מבצעים סוג של הפרדה בין גוף ונפש, חומר ורוח. אתה יכול לחיות עם הפרדה כזו?

כמדען, אני נוטה להאמין שהכול כימיה, וכשאעבור מן העולם לא אהיה פה יותר. בבית־הקברות אהיה מאכל לתולעים, וכל מה שאני נושא איתי ייעלם. יישארו, כמובן, הדברים שכתבתי והקלטתי, הסרטים שנותרו, והרעיונות שלימדתי, אבל אני עצמי לא אהיה כאן יותר, אפילו לפרשם. תיעלם רוחי, תימוג יצירתי, ייעלמו אהבותי, רגשותי והאינטליגנציה שלי – כל מה שמרכיב את האדם לא יהיה עוד. זו אולי העדות שהכול כימיה. ברגע שהתאים והמולקולות הופכים מאכל לתולעים, נותר העבר בלבד, שהוא מטאפורי; יכולת היצירה קופאת ברגע המוות. המשימה להמשיך ולפתח רעיונות על בסיס אלו הקיימים הופקדה מאותו רגע בידי אלו החיים, בידי הריאקציות הכימיות המתרחשות בהם. הלפיד עובר רק בין החיים. נוכל לשמור במחשב חלק גדול מתכונותי ומרעיונותי, והם יישארו בתודעתם של אנשים אחרים, שיוכלו להמשיך ולפתחם, אבל את רוחי הדינמית והמגיבה לא נוכל לשמר בשום מחשב, והיא תיעלם עם מותי. ייתכן שבעתיד נוכל לשמר יותר, אבל לפחות היום, הדבר הזה עדיין בלתי אפשרי. הסיבה העיקרית לכך היא שאין לנו "**בלו־פרינט**" לתהליכי החשיבה והיצירה שאותם נוכל "לייצר סינתטית" ולחקות.

מה עושה ארכיטקט או מהנדס? הוא מצייר, מתכנן ובונה על־פי תכניות עקרוניות. בפעילות האנושית קיימים תחומים שאנחנו מסוגלים להבין ולפרק, כמו בעבודת המהנדס, אבל יש גם תחומים שאין לנו יכולת להסביר אותם, כמו הלחנת מוזיקה, יצירת פסל או ציור. אין לנו הבנה מכנית של השראה, חשיבה יצירתית, סוד המקוריות, ואיננו יודעים לייצרן או לחקותן. אין לנו, למשל, בלו־פרינט לכתיבה של סימפוניות כמו "התשיעית" של בטהובן. האופן שבו היא נוצרה מסתורי בעינינו, משום שהיצירה קשורה לרוח האדם ואנו רחוקים מלהבינה. למען האמת, אין לנו הבנה גם לתהליכים פשוטים יותר לכאורה, כמו זיכרון ואפילו הכרה.

האם נוכל להבין את הרוח? האם יהיה בעתיד בלו־פרינט שיאפשר לשחזר ולבנות את הרוח האנושית? אין לי תשובה על כך. בתוך לבי, כמדען, אני רוצה להאמין שכן, אולי בשל סקרנותי להבין את המורכבת שבתכונות האדם ואת המורכב שבאבריו – המוח. אנחנו אכן צועדים לקראת הבנה חלקית, והתשובות לשאלותינו בשלב זה באות מתחומי הכימיה, הפיזיקה, הביולוגיה, הרפואה, ההדמיה, המחשוב, וגם מתחום מדעי ההתנהגות שבסיסה כימי, כך אני מאמין. עובדה היא שבעזרת תרופות אנחנו יכולים לשלוט על תכונות מתחום הרוח, כמו על מצב הרוח. אנו מטפלים בדיכאון ובהפרעות אחרות של מה שקרוי הנפש והרוח בעזרת חומרים כימיים, ולעתים בהצלחה לא מעטה.

>>

>> מדענים מחפשים כל הזמן הסבר אחד פשוט שמכיל את כל התופעות. "אלוהים לא משחק בקוביות", אמר אינשטיין, ולכן חיפש תיאוריה מאחדת שתסביר את כל תופעות הפיזיקה. אתה מאמין באפשרות כזו?

אני מאמין שאין סוף לידע, ושככל שנדע יותר, תגדל כמות הידע שנצטרך עוד להבין, ולכן קרוב לוודאי שלא קיימת "הבנה סופית". פילוסופים וגם מדענים חיפשו ומחפשים את ההסבר הכולל שייתן לנו תמונה של הכול. שיום אחד נדע הכול ונבין הכול. אבל לדעת הכול פירושו לזכות ביכולת להרכיב הכול מחדש, לדחוס אבולוציה בת מיליוני שנים לניסיון קצר טווח בן מספר דקות, שעות, ימים, חודשים או שנים מעטות. ייתכן מאוד שהסבר כזה לא יימצא.

בבסיס תהליך החשיבה יש מנגנון. האם נוכל לפענח אותו? האם כולו כימיה ופיזיקה שניתן לפענחן? אני לא יודע. אני רוצה להאמין שזה אכן כך. הניסיון לפענח את התהליך הוא מעין בניית מגדל בבל, שמטרתו להגיע ל"סוד הבריאה". אמנם המדע מנסה לבנות מגדל בבל כל העת, אבל אנחנו עדיין נמצאים במקום רחוק מן ההבנה השלמה. ככל שאנחנו עולים לגובה במגדל בבל הזה, כך המבנה נעשה רחב יותר, ומתברר שהוא סוג של פירמידה או ספירלה הפוכה, המסמנת לנו, בעצם, שאין למגדל הזה גבולות או סוף.

אם נתבונן בציורים הקלסיים המתארים את מגדל בבל התנ"כי, נראה שיש לו בסיס רחב והוא הולך ונעשה צר יותר כלפי מעלה. כך, אכן, בונים מהנדסים. אבל הטבע בנה לנו מגדל הפוך, ספירלה ההולכת ומתרחבת, שבה כל צעד כלפי מעלה ממחיש עד כמה המבנה הולך ומתרחב. זו הבעיה שלנו. אנו עולים – אבל רדיוס המרחק מן המרכז גדל.

אחד הוויכוחים הממושכים בפילוסופיה ובמדע עוסק בשאלת הדטרמיניזם – כלומר, באיזו מידה כל הדברים נקבעים מראש. ההנחה היא שאם העולם דטרמיניסטי אין רצון חופשי, וברגע שנזהה את העקרונות – נוכל לדעת מראש כל פעולה עתידית. למשל, כשנבין את פעולת הגנים, נבא את כל תכונותינו ומעשינו.

הוויכוח על דטרמיניזם הוא עתיק יומין ועסקו בו טובי הפילוסופים וההוגים: מקהלת שאמר, "מה שהיה הוא שיהיה ומה שנעשה הוא שייעשה", דרך הפילוסופיה היוונית האריסטוטלית ועד ימינו. עקרון אי־הוודאות בתורת הקוונטים היה אמור להעביר את הדטרמיניזם מן העולם לפחות במובנו הפיזי, אך לא כך קרה. מי אני, לכן, שאביע דעתי בעניין. אציין רק כי אחת התופעות המרתקות שהתגלתה בעשורים האחרונים היא הפלסטיות של המוח – השינויים שמתחוללים בו תוך כדי פעילותו, ויכולתו להשתנות בהתאם למה שאנו עוברים וחווים. זוהי בשורה גדולה למתנגדי הדטרמיניזם. לסביבה שבה אנו גדלים יש השפעה גדולה על עיצובנו כאנשים. אם תיקח ילד ותלמד אותו להיות אוכל אדם, הוא יתנהג כך כל חייו. אם ניקח את אחיו התאום ונגדל אותו בבית־מדרש למוסר, הוא יהיה אדם שונה לחלוטין מאחיו. לתרבות, לחינוך ולחברה שסביבנו – לכל אלה יש השפעה גדולה על התנהגות האדם ועיצובה. אנחנו בהחלט רחוקים מדטרמיניזם ומן האפשרות שנגיע לשלב בו נוכל לפענח ולנבא את הצפוי בעתיד.

אני רוצה להבין את המנגנון הפלסטי של המוח, את המרכיבים הקובעים ומשפיעים על התנהגותנו. זה לא הליך דטרמיניסטי, על אף שהוא מופעל על־ידי מנגנון שהוא פיזיקו־כימי בעיקרו. אנחנו מנסים להבין את המנגנונים, אבל גם אם נבין אותם, אין פירוש הדבר דטרמיניזם. הלוא אנחנו משתנים ללא הרף ומתאימים את עצמנו לשינויים, ולכן, גם אם המנגנון יהיה ברור לנו, אין פירוש הדבר שתהיה בידינו יכולת ניבוי.

המסקנה מדבריך היא בכל זאת סוג של דטרמיניזם. כשנדע את כל פרטי המנגנון ודרך פעולתו, נדע מה יתרחש בעתיד.

אני חושב שזה יהיה בלתי אפשרי. אם נדע כל מה שמתרחש סביב, האם באמת נוכל לשלוף נבואה ממוחשבת? אינני יודע לומר, אבל אני לא רואה כרגע מצב שבו נוכל באמת לדעת הכול, בעיקר בגלל הפירמידה ההפוכה שתיארתי. לפני פרויקט הגנום האנושי לא היה לנו מושג מה צפוי לנו אחריו. והנה הוא הגיע, והתמונה רק הסתבכה; התעוררו שאלות רבות יותר מאלה שעמדו בפנינו טרם חשיפתו. בעיקר למדנו כי ישנו לא רק הגנום, אלא גם האפיגנום, ומעליו יושב הפרוטאום, ואלו מסובכים אולי יותר מן הגנום. הפרוטאום בוודאי מסובך ממנו לאין שיעור. המדע הוא מצולע עם אינסוף צלעות היוצרות כל אחת זווית או פינה, ואנחנו מתקדמים מאחת לאחת, אך תמיד מחכה לנו הפינה הבאה.

> אפיגנטיקה (מעֵבר לגנטיקה) היא תחום מחקר חשוב בביולוגיה, העוסק בשינוי הפנוטיפ ללא שינוי מקביל בגנוטיפ, או, במילים אחרות, שינוי תכונות כתוצאה מהשפעות סביבתיות על אף שאין שינוי גנטי ב–DNA.

קח, למשל, את תוחלת החיים והתפתחות המחלות. רק לפני מאה שנים אנשים מתו בגיל ממוצע של 40 או 50 ממחלות זיהומיות. גילינו את האנטיביוטיקה, שיפרנו בעוד אספקטים את איכות החיים והארכנו את תוחלת החיים בארצות המפותחות ל־80 שנה. ואז הגענו למחסום הבא – מחלת הסרטן. אנשים לא מתו קודם לכן ממחלות ממאירות, כי הם לא חיו מספיק שנים כדי לחלות בהן. עכשיו, כשאנחנו מבינים יותר את מחלת הסרטן, מתגברים עליה חלקית וממשיכים להאריך את תוחלת חיינו, אנחנו נתקלים במחלות ניווניות של המוח, כמו אלצהיימר ופרקינסון. בכל שלב של התקדמות, עם כל מדרגה שאנחנו עולים – מתגלות הבעיות שנוצרות בשלב החדש, ואנחנו עומדים בפני התמודדות חדשה. כשנגיע לגיל ממוצע של 120 נגלה אולי בעיות חדשות. בעיני, זוהי

"אחת התופעות המרתקות שהתגלתה בעשורים האחרונים היא הפלסטיות של המוח – השינויים שמתחוללים בו תוך כדי פעילותו, ויכולתו להשתנות בהתאם למה שאנו עוברים וחווים. זוהי בשורה גדולה למתנגדי הדטרמיניזם. לסביבה שבה אנו גדלים השפעה גדולה על עיצובנו כאנשים. אנחנו בהחלט רחוקים מדטרמיניזם ומן האפשרות שנגיע לשלב בו נוכל לפענח ולנבא את הצפוי בעתיד"

מציאות אופטימית; זוהי הבנה דינמית של מה שקורה ומה שמתפתח. לא פעם שואלים אותי, כל החיים שלך תחקור מולקולה אחת? ואני משיב שהלוואי שאצליח בכל מהלך חיי לסיים את העבודה על חקירת המולקולה האחת הזו. הלא־ידוע עליה עולה בהרבה, גם היום, על הידוע עליה, והוא רק גדל. אני חושב שהניסיון לנבא האם יום אחד נדע הכול ולכן גם נוכל לשלוט ולכוון תהליכים, הוא תרגיל תיאורטי מעניין שמדענים פחות עוסקים בו. הם מנסים לפתור בעיות שניתנות לפתרון באופן ניסיוני, ולא לעסוק בניבוי שמעבר להן. הם סומכים על ממצאיהם ועל הטבע, שביחד עם ההתפתחויות הטכנולוגיות ייקחו אותם אל הבעיה הבאה ואל פתרונה.

אתה רופא וחוקר העוסק במדעי החיים. איך ניתן להגדיר חיים?

אני ביולוג, לא פילוסוף. בעיני, כל מה שמתארגן בתוך ממברנה ומסוגל להתקיים ולהתרבות בכוח עצמו ולהוריש את תכונותיו לדור הבא – כמו וירוס או חיידק – הוא יצור חי. נוח לי להצטמצם בהגדרות ביולוגיות שמדברות על מטען גנטי שניתן להעברה. מה שמפריד בין חיים ללא־חיים הוא, כנראה, יכולת הרבייה (א־מינית או מינית) ויכולת השכפול וההעברה האנכית מדור לדור של המידע הגנטי.

עד היום המדע איננו יכול להסביר את המעבר מחומר אנאורגני לחיים, מה שמחזיר אותנו לעניין היעדרו של הבלו־פרינט. לאחרונה הצליחו לייצר תא מתחלק מ־DNA סינתטי – אמנם כזה שהועתק מתא טבעי חי, אך יוצר כולו במעבדה. כלומר, החוקרים הצליחו לראשונה לחקות את הטבע בצורה סינתטית. אבל, כאמור, עדיין אין לנו בלו־פרינט ליצירת טבע חדש, טוב יותר מן הקיים. אני, כביולוג, רואה חיים בכל גוף שיש לו יכולת לשכפול עצמי, יכולת התרבות ושימור ושיפור התכונות מדור לדור, אך גם ההגדרה הזאת איננה נטולת בעיות ובקיעים. אני מניח שיש הגדרות מסוגים שונים, ואין הסכמה על כולן.

אנחנו גם לא יודעים איך נוצרו מרכיבי החיים: איך נוצרה החומצה האמינית הבודדה הראשונה, הנוקליאוטיד הבודד הראשון, ובמיוחד, כיצד הנוקליאוטידים חברו לשרשרות הנושאות את המידע הגנטי – ה־RNA וה־DNA. אנחנו לא מבינים את הכימיה שיצרה את אבני הבניין של החיים. עכשיו אנחנו מקווים שהמאיץ החדש בסרן (ה־Large Hydron Collider) ישחזר את החומרים הפיזיים שנוצרו עם תחילת היקום, אבל גם במקרה הזה לא מדובר בתחילת החיים, עניין שמהבנתו אנחנו רחוקים עדיין מרחק גדול.

מכאן ואילך – מרגע יצירת החיים הראשוניים, רגע בלתי מפוענח עדיין – אנחנו מבינים לפחות את עקרונות התהליך האבולוציוני – כלומר, את התהליך הביולוגי ואת המוטציות שהביאו להתפתחות, על־פי התיאוריה הדרוויניסטית, עד לחיים כפי שהם מוכרים לנו היום. השפעות הסביבה על תהליכים אלו פחות ברורות לנו. אנחנו ממשיכים כל הזמן להשתנות. האבולוציה לא נפסקת לרגע.

מה הייתה הבעיה המרכזית שהובילה אתכם לגילוי מערכת האוביקוויטין (Ubiquitin), המנגנון שמאפשר את פירוק החלבונים בגופנו? אילו שאלות שאלתם, והאם ידעתם לאן אתם רוצים להגיע?

באמצע שנות ה־70 כל הקהילה המדעית בתחום מדעי החיים עסקה בפענוח הקוד הגנטי, בהעברה האנכית של המידע הגנטי ובתרגומו הרוחבי דרך ה־RNA לחלבונים. הנושא הזה הילך קסם על כולם. מעטים בלבד עסקו במוצרים הגנטיים, הלוא הם החלבונים, ובמיוחד בפירוקם. בתחילה החוקרים אף לא האמינו כי חלבונים מתפרקים כלל, אך משחדרה ההבנה לכך באמצע שנות החמישים, לא ייחסו לתהליך כל חשיבות, משום שחשבו כי הוא איננו ספציפי, ושכל החלבונים מתפרקים באותו מנגנון, כמו חלבוני המזון במערכת העיכול. הייחודיות, כך חשבו, טמונה ביצירת החלבונים, שהם המולקולות המבצעות את כל תפקודי החיים וחשיבותם עצומה, אך החוקרים לא התעניינו בתהליך שבו אנו נפטרים מחלבונים, על אף שברור היה שהוא מתרחש. היו מעט סימני דרך שהתהליך ייחודי ומורכב, כמו הדרישה לאנרגיה שלא הייתה ברורה תרמודינמית (מדוע להשקיע אנרגיה בפירוק מולקולה שהיא עתירת אנרגיה), ושרמזו לנו כי מדובר במנגנון ספציפי ומורכב, ובסימנים אלו נתלינו. ידענו גם על מערכות ניסיוניות בהן נוכל למדוד את התהליך, אך לא היו לנו השערות על מהות המנגנון, ובמיוחד לא על מורכבותו, כפי שאנו מבינים אותה היום.

>>

>> חלבונים הם נגני תזמורת הגוף החי. יש בגופנו כ־25 אלף חלבונים שונים. למה דווקא המספר הזה? לא ברור. יש יצורים נמוכים בהרבה בסולם האבולוציוני שלהם מספר חלבונים רב יותר. מיותר לדבר על חשיבות החלבונים; כל פעולה שאנו עושים מתבצעת באמצעותם. הפעולות נעשות ברובן בצורה אוטומטית, עצמאית, ללא מנצח. אנחנו נושמים, לבנו פועם – כל זאת, ללא החלטה מודעת ומכוונת. ניתן לדמות כל חלבון למילה ארוכה הבנויה ממאות אותיות, כשהאל"ף־בי"ת מורכב מכ־20 אותיות – 20 חומצות אמיניות שונות.

המחקר שלנו עסק בדרך שבה חלבונים מתפרקים: מדוע וכיצד חלבון מסוים מתפרק בזמן מסוים. חלבוני המזון, הזרים למערכת החיסון של הגוף, ומשום כך אסור שייחשפו לה, מתפרקים כל העת במערכת העיכול, אבל מדובר בפירוק המתרחש כל העת ואיננו מבוקר. גם בזרם הדם, מחוץ לתאים, מתקיימים תהליכי פירוק חלבונים, שהם מבוקרים יותר. אותנו עניין מה קורה בתאים עצמם לחלבוני תוך התא – איך מתבצע הפירוק, ומי מבצע את ההחלטות והבקרה. מתי חלבון נידון לפירוק, ומתי לא.

היה ידוע שגוף האדם הורס כל יום כחמישה אחוזים מהחלבונים שלו ומייצר חלבונים חדשים תחתיהם. אחת לחודש בממוצע – ואולי פחות – אנחנו מחליפים את כל חלבוני גופנו. השאלות המרכזיות המתעוררות לנוכח ההכרה כי תהליך מעין זה מתקיים הן, למה גופנו מבצע תחלופה כל הזמן? מי מבצע את ההחלפה? מה קורה כשיש קלקולים, ואיך ניתן לתקן אותם כשהם מתרחשים?

מה פירוש הדבר חלבון מקולקל?

בגוף החי מולקולות החלבונים "מתקלקלות" כל הזמן. אנחנו חיים בטמפרטורה של 37 מעלות. זוהי טמפרטורה גבוהה עבור חלבונים, שהמבנה שלהם מורכב. אם היו בוראים אותנו, נניח, בטמפרטורה של ארבע מעלות, היינו משתמרים הרבה יותר טוב. אבל בארבע מעלות לא היינו מתפתחים בקצב שבו אנחנו מתפתחים. אם תקנה, למשל, אצל הקצב בשר לסטייק (שמורכב, כמובן, מחלבונים; מדובר ברקמת שריר) ותשאיר אותו בטמפרטורת החדר, הוא יתקלקל, כידוע, כעבור שעות אחדות. אנחנו מורכבים מבשר כזה, שאינו מתקלקל אפילו ב־37 מעלות חום. הוא חי ומחזיק מעמד ללא קלקול כ־80 שנה! איך ייתכן שאנחנו חיים והסטייק מתקלקל? זה ייתכן, כי אנחנו מבצעים כל הזמן תחלופת חלבונים. החלבונים שהתקלקלו כתוצאה מהטמפרטורה הגבוהה, נהרסים ומוחלפים בחדשים כל העת. הסטייק שנגזר מבשר מת איננו מסוגל לבצע את תהליך התחלופה. זוהי תופעה מדהימה. אנחנו נשארים אותו אדם כל הזמן, אבל הרכֵּבנו הפיזי מתחדש ללא הרף. בשעה שאנחנו מדברים, חלק ניכר מחלבוני גופנו התחלף. אנחנו מסלקים ישן מפני חדש.

יש כאן שאלה מעניינת. אם כל מרכיבי גופנו מתחלפים, מי אנחנו בכלל? כיצד משתמרים הזיכרון והכשרון והיצירתיות והרגשות? איך קורה שעל אף שאנחנו מחליפים כל העת את החומרה, התוכנה נשמרת? דומה הדבר לכך שהיינו מחליפים נגן מוזיקה בנגן חדש, ולמרות זאת המוזיקה הייתה נשמרת; מחליפים את המחשב, והתוכנות שבתוכו היו נשמרות למרות ההחלפה. גופנו מתחלף כולו, והתוכן נשמר. הזיכרון, הרגשות, היצירתיות והדמיון – הכול נשאר. כשאנו מחליפים מחשב, אנו חייבים לטעון מחדש את כל מה שהיה במחשב הישן. בגופנו אין צורך לטעון מחדש. הכול נשמר ועובר ברצף.

כשהחומרה שלנו מתה, גם התוכנה מתה, אבל כשהחומרה מתחלפת, התוכנה עדיין נשמרת. יותר מזה, התוכנה אפילו משתפרת. אנחנו לומדים ומשתנים כל הזמן, תוך כדי תהליך ההחלפה. זוהי תופעה מדהימה ומרתקת. גם מהבחינה הפילוסופית. לנוכח כל החילופים האלה, האם אנו אותו אדם כל הזמן? מי אנחנו בכלל? אלה הן שאלות מורכבות, שנותרות בינתיים ללא תשובה.

האם התפרקות החלבונים והתחלופה הזו אינן בעצם תופעת הזיקנה? אנחנו הולכים ומתפרקים עם הגיל?

הזיקנה שונה באופייה מתופעת התחלופה, והיא תופעה מאוד מורכבת. להבנתי, אנשים מתים ממחלות, לא מזיקנה. אנחנו עדיין לא מבינים, עם זאת, למה אנחנו לוקים במחלות מסוימות בגיל זיקנה – האם זה קורה כתוצאה מהצטברות אירועים לאורך החיים שמבשילים לעת זיקנה? מדוע בגיל זיקנה אנחנו רגישים יותר למחלות? מדוע בזיקנה יש יותר מחלות? מדוע הממאירויות והמחלות הניווניות של המוח אופייניות לגיל המתקדם יותר, וכן מדוע תוצאות כל מחלה, אפילו פשוטה יחסית, חמורות יותר אצל קשישים? מדוע המערכת החיסונית בזיקנה חלשה יותר מאשר בגיל צעיר? אנחנו לא יודעים. בשלב זה ברור לנו רק, שעם הגיל אנחנו רגישים יותר לנפיצות מחלות מסוימות ולחומרתן.

גיליתם שיש היגיון בפירוק החלבונים. שיש סדר ויש תכנון, שקובע איזה חלבון נידון למוות ואיזה לחיים. שהסדר הזה מאפשר חיים. מהו המנגנון שחשפתם?

גילינו שיש בגוף תהליך של **בקרת איכות** קבועה: מערכת בקרה הבודקת את מצב החלבונים, מסמנת את אלו הדורשים סילוק, ומבצעת את פירוק החלבונים המקולקלים. זיהינו את המנגנון בעקבות כמה הנחות שהיו ידועות לפני שהתחלנו במחקר. היה ידוע כי פירוק חלבונים דורש אנרגיה. חלבונים אמורים לתת לנו אנרגיה, ולא לצרוך אותה. יש כאן, לכאורה, פרדוקס תרמודינמי. אם כדי לפרק חלבון צריך להשקיע אנרגיה, יש לנו בעיה. ניסינו למצוא לה פתרון. אנו מפרקים חלבונים שהתקלקלו, אך לא רק אותם: אנחנו מפרקים גם חלבונים תקינים שאיננו זקוקים להם יותר, אשר



Terence KOH, *Crackhead, 2006,* (detail)
Mixed media sculptures - 222 heads of plaster, paint, wax, fire, charcoal inside 222 vitrines, UV glue, paint, fingerprints, some vitrines with breaks and/or cracks. Dimensions very with installation © Courtesy Peres Projects, Los Angeles Berlin
טרנס קו, "**ראש סדוק**", 2006 (פרט), פסלים בטכניקה מעורבת – 222 ראשים מגבס, צבע, שעווה, אש, פחם בתוך 222 ויטרינות, דבק שקוף, צבע, טביעות אצבע, סדקים ושברים במספר ויטרינות. גדלים משתנים.

סיימו את תפקידם, ולצורך ההבחנה בין המקולקל לתקין, בין מי שפעיל למי שאיננו עוד פעיל, דרושה מערכת בקרה. כדי לנפות את החלבונים המקולקלים מן התקינים והנדרשים מן הלא נדרשים דרושה ספציפיות, ובעבור ספציפיות הטבע משלם באנרגיה. חיפשנו מערכת שמפרקת חלבונים ומשתמשת באנרגיה.

בלי להיכנס לפרטים מסובכים, אני יכול לומר שהתגלית שלנו הייתה חשיפת העקרונות של תהליך הבקרה. גילינו כיצד נעשה תהליך הברירה ואיך מתבצע הפירוק. זיהינו את תהליך הסימון של החלבון המיועד לפירוק, ובעקבותיו את הפירוק. המהפכה שהצענו בדרך החשיבה הייתה פריצת דרך בגלל מנגנון הפירוק. מצאנו מנגנון שמאפשר ל"מספריים" שמסלקים את החלבונים ו"גוזרים" אותם להתקיים בהרמוניה בתוך התא, יחד עם החלבונים התקינים, ולא לטרוף את החלבונים ללא הבחנה ולהרוס את התאים. הטרף המיועד לא ייאָכֵל ולא יסולק, אלא אם כן סומן ונקבע כמקולקל או כמיותר. זה היופי של המנגנון שגילינו. אם בתא היו מסתובבים מספריים טורפים ללא בקרה – התא לא יכול היה להתקיים.

הגילוי שלכם פתח שאלות חדשות? הוביל לכיווני מחקר חדשים?

הוא פתח מרחבי מחקר שלמים, ובעיקר דחף להבנות חדשות של מנגנון בקרת האיכות בתאים. בקרת איכות פירושה סילוק חלבונים שהתקלקלו, כתוצאה ממוטציות, מחום, מחמצון או מסיבות אחרות. התברר שכל המחלות הנוירו־דגנרטיביות – למשל, אלצהיימר, פרקינסון ואחרות הדומות להן – נגרמות כתוצאה מאגירת חלבונים לא רצויים שהיה צורך לסלקם. במחלות כאלה התאים צוברים חלבונים שאמורים להתפרק ולא מתפרקים, ולכן גורמים למחלה. לא בכולן, כמובן, הפגם הוא במערכת שגילינו, אך בחלקן פגמים בה משחקים תפקיד חשוב.

כאמור, לא תמיד מדובר בסילוק חלבונים פגומים. לפעמים הגוף מסלק חלבונים תקינים שאין בהם צורך. למשל, חלינו בשפעת ופיתחנו נוגדנים נגד הווירוס הגורם לה. אבל ברגע שהסתיימה המחלה אנו לא זקוקים עוד לנוגדנים; אין סיבה שנסתובב איתם. עדיף לסלקם, אבל לשמור את הזיכרון איך לייצר אותם בפעם הבאה. אנו מסלקים לא רק אותם, אלא דואגים גם לסילוק חלבון בקרה המשעתק נוגדנים, שהיעלמותו תפסיק את תהליך ייצורם. לכן, המערכת שמצאנו יודעת לסלק גם חלבונים שאינם מקולקלים; אלה שאנחנו פשוט לא צריכים אותם יותר. דרך בקרה זו, שהייתה ידועה קודם לכן לגבי חלבונים מעטים, אלו המבקרים את חלוקת התא למשל, חדרה לתודעה, והיום ידוע כי היא מקיפה חלבונים רבים המבקרים הליכים בסיסיים חשובים בתא, ושהפרעה בהם גורמת למחלות רבות, בהן ממאירויות והליכים דלקתיים.

צריך להבין שבקרת האיכות בתא איננה דומה לבקרת האיכות שאנחנו עושים למכונית בכל 5,000 קילומטר, למשל. זוהי בקרת איכות "און־ליין", רציפה. היא מתרחשת כל הזמן. הגוף נמצא כל העת בתנועה ובודק את עצמו, וכשהחלבונים מתקלקלים הם מוחלפים אוטומטית, תוך כדי נסיעה. אין צורך להיכנס למוסך (כלומר, לבית־החולים) לצורך התיקון; זה מתבצע כל העת מבלי שנשים אפילו לב לכך.

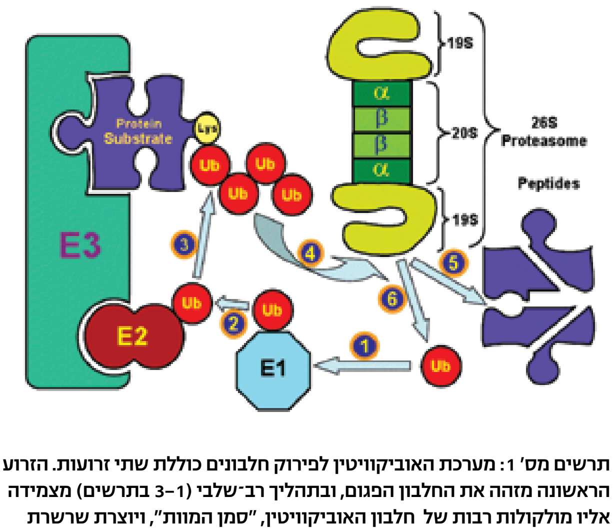
בקרת האיכות הכרחית, וכשאנחנו מבינים כיצד היא פועלת, אנחנו יכולים ליצור כלים להתמודד עם מחלות רבות. אי־סילוקם של חלבונים מסוימים גורם, כאמור, למחלות מוח, אך גם למחלות כבד, מערכת העיכול, לב וריאה. בעקבות גילוי המערכת שלנו פותחה כבר תרופה לסוגי סרטן מסוימים, ורבות אחרות עוד יפותחו בעתיד (להסבר גרפי של המנגנון ראו תרשים מס' 1).

>>

תחום המחקר הגנטי ממשיך להתקדם, וחדשות לבקרים אנו שומעים על פענוח וזיהוי תפקידם של גנים נוספים. מדברים על כך שבעתיד ניתן יהיה לעשות אבחון גנטי של בני אדם ולנבא את המחלות הצפויות להם. אתה חוזה אפשרות ריאלית כזו?

הגנטיקה חשובה, ופענוח הגנום האישי של כל אחד ואחת מאיתנו יתרום תרומה חשובה ביותר להבנת המחלות שאנחנו רגישים אליהן, ויהווה בסיס חשוב למה שקרוי היום "רפואה מותאמת אישית" או "personalized medicine", אך מטעננו הגנטי איננו מחזיק את כל הסוד. חלק גדול מההסברים למחלות הוא אפיגנטי. אפיגנטיקה היא תחום מחקר חשוב שהתפתח בשנים האחרונות, וחוקרים רבים עוסקים בו היום. הוא מקיף את השינויים החלים בבקרת הגנים והחלבונים, אך שאינם עוברים בתורשה. יותר מתמיד, אנחנו יודעים היום שחלק מההשפעות שאנו חשופים אליהן הן סביבתיות או התנהגותיות – כלומר, שינויים בתזונה, לחץ נפשי וכדומה. הגנטיקה מקדמת את ההבנה שלנו באופן ניכר, אבל היא אינה מספקת הסבר מלא או חיזוי שלם.

אנחנו חיים בעולם דינמי, שמתרחשות בו תופעות שלא ניתן להפריד אותן זו מזו. הארכנו את החיים, והמחלות שלנו השתנו; הסביבה משתנה, והמחלות שלנו משתנות. הסביבה משפיעה בהכרח על אופי המחלות שלנו. בקרב המחלות ניתן להבחין בשלוש קבוצות חשובות: גנטיות, סביבתיות (הנגרמות מזיהום אוויר או מקורות מים, למשל) והתנהגותיות (כמו עישון והשמנה). הגורמים למחלות הסביבתיות וההתנהגותיות יכולים, כמובן, להיות מושפעים מן המטען התורשתי – אנשים מסוימים יהיו רגישים למחלות סביבתיות מסוימות יותר מאנשים אחרים, או תבנית התנהגותם תהיה שונה, לכן ההבחנה איננה חדה, אך ברור לנו כי מחלות, אפילו זיהומיות, מושפעות במידה רבה מן הסביבה וההתנהגות ולא רק מן המטען התורשתי.



תרשים מס' 1: מערכת האוביקוויטין לפירוק חלבונים כוללת שתי זרועות. הזרוע הראשונה מזהה את החלבון הפגום, ובתהליך רב־שלבי (1–3 בתרשים) מצמידה אליו מולקולות רבות של חלבון האוביקוויטין, "סמן המוות", ויוצרת שרשרת רב־אוביקוויטין. בשלב השני החלבון המסומן מוכר – דרך שרשרת הרב־אוביקוויטין – על־ידי ה"מספריים", הפרוטאזום 26S, ומפורק (שלבים 4 ו–5 בתרשים), והאוביקוויטין ממוחזר לצורך הצמדתו לחלבוני מטרה נוספים (שלב 6 בתרשים).

במה שונה הרפואה שלנו היום מהרפואה של לפני 50 שנה, למשל?

בעיני, ההבדל החשוב ביותר הוא המניעה. הטיפול הרפואי עבר שינויים מרחיקי לכת לאורך ההיסטוריה. יצאנו לדרך לפני אלפי שנים עם הבנה מינימלית של מנגנוני הגוף וטיפול במיני צמחים, שלעתים השפיעו ולרוב לא. במשך מאות שנים אנשים טופלו בתרופות "סבתא" ובאמצעות שיקויים וצמחים שסיפקו להם חכמי הרפואה בשבט. היום אנחנו חיים בעידן של החלפת גנים והחלפת אברים ורקמות. גם בעידן כזה המניעה היא הטיפול הטוב והיעיל ביותר. אנחנו מעדיפים להבין את גורמי המחלות ולמנוע אותן, ממש כשם שהבנו את תהליך ההדבקה במחלות זיהומיות ואנו עושים כל מאמץ למנוע את ההדבקה ולא להיאלץ לטפל בהן. מאמץ גדול – מדעי וכספי – נעשה היום בתחום המניעה. משקיעים בחינוך להתנהגות מונעת ומעודדים בדיקות מוקדמות. חלק גדול ממחלות האדם ניתן למניעה, ויש לרפואה הישגים גדולים בתחום זה.

אבל אם לא הצלחנו למנוע מחלה, הטיפול העתידי בה יהיה מבוסס תרופות כמו היום – מולקולות קטנות ילכו וייעשו "חכמות" יותר, אך יתוסף לו אלמנט חדשני, והוא החלפה של גנים ותאים פגומים. זוהי עדיין הדרך הקלסית לפיתוח תרופות, שחברות התרופות משקיעות בה מאמץ כספי גדול, משולבת בדרכים חדשניות שלא ידענו אותן עד כה.

בעידן זה של תרופות חדשות ומתקדמות, אילו מביניהן הן החשובות ביותר, לדעתך?

כל תרופה מצילת חיים – בין אם מיידית ובין אם לטווח ארוך – היא חשובה. למשל הסטטינים, מורידי הכולסטרול, שמונעים לא רק התקפי לב חוזרים, אלא אולי גם מחלות נוספות, כמו מחלות ניווניות של המוח, יצרו מהפכה גדולה בשנים האחרונות. מיליוני אנשים נוטלים אותם היום ברחבי העולם. דוגמה אחרת היא האספירין, המונע איגור טסיות (התקבצות והיצמדות של הטסיות זו לזו; אגרגציה) וקרישת דם, וכתוצאה מכך עשוי למנוע אוטמים חוזרים בשריר הלב. בנוסף, הוא מונע דלקת, מה שהפך אותו אולי גם לתרופה אנטי־סרטנית. האספירין הוא אולי התרופה שנצרכת הכי הרבה בעולם בעשרות השנים האחרונות. כמובן, אל לנו לשכוח תרופות המשנות איכות חיים, החל מהוויאגרה ונגזרותיה דרך תרופות אנטי־דיכאוניות, שלהן השפעה עצומה על אורח חיינו ויכולת תפקודנו.

בהיסטוריה של התפתחות התרופות אפשר לראות כמה תקופות.

"אם כל מרכיבי גופנו מתחלפים, מי אנחנו בכלל? כיצד משתמרים הזיכרון והכשרון והיצירתיות והרגשות? איך קורה שעל אף שאנחנו מחליפים כל העת את החומרה, התוכנה נשמרת? דומה הדבר לכך שהיינו מחליפים נגן מוזיקה בנגן חדש, ולמרות זאת המוזיקה הייתה נשמרת; מחליפים את המחשב, והתוכנות שבתוכו היו נשמרות למרות ההחלפה. גופנו מתחלף כולו, והתוכן נשמר. הזיכרון, הרגשות, היצירתיות והדמיון – הכול נשאר"

אם נסרוק את הדרך שעברנו במאה העשרים, שהיא החשובה בנושא זה, הרי שבשלב הראשון התגלו תרופות באקראי – האספירין והאנטיביוטיקה (הפניצילין), למשל, התגלו ללא מחקר מכוון וחוללו מהפכת ענק ברפואה. זה קרה בשנות העשרים והשלושים. השלב השני בהתפתחות התרופות החל בשנות הארבעים ונמשך עד לימינו. אני קורא לו השלב ה"לא אינטליגנטי" – שלב הסריקה של מאות־אלפי תרכובות כימיות, במטרה למצוא אחת, או כמה בודדות, שיש להן את האפקט הרצוי. הסורקים אינם יודעים איזו תרכובת תהפוך לתרופה ומה יהיה מנגנון הפעולה. מדובר בניסוי וטעייה. תקופה זו השתמשה ביתרון הגדול שהעניקה לנו הכימיה הסינתטית באמצע המאה העשרים, שיצרה ספריות של מאות־אלפי ויותר תרכובות, שניתן היה לנסותן בזו אחר זו ולבחון איזו ניחנה באפקט הרצוי.

התקופה השלישית, אליה אנו נכנסים עתה, תתאפיין ב"תפירת" תרופות מותאמות אינדיווידואלית. זוהי מהפכת הרפואה האישית, שתהיה מבוססת במידה רבה על המידע הגנטי והאפיגנטי של כל אחד מאיתנו. כך אנחנו עוברים מעידן הפיג'מה שמתאימה לכל אדם, מעידן בו טיפלנו בכל החולים באותה מחלה בטיפול דומה, לעידן החליפה האישית המותאמת לכל חולה; לעידן שבו כל אישה עם ממאירות בשד מטופלת על־פי הפרופיל הגנטי ומכלול המוטציות המאפיינות את מחלתה. האבחון האישי נעשה בעיקר על בסיס ריצוף ה־DNA, ובשלב שני מניתוח האפיגנום וההיסטוריה האישית של החולה. אנו רחוקים עדיין מרחק גדול מיישום גישה זו, ומכשולים רבים עוד לפנינו. הצורך במעבר לרפואה מותאמת אישית נובע מכך, ששיטת הטיפול האחד המתאים לכולם לא צלחה, לא כל החולים באותה מחלה (לכאורה, כפי שאנו יודעים עתה) הגיבו לטיפול, חלקם הגיבו וחלקם לא.

האם לא מדובר ברפואה לעשירים?

אני סבור שלא. לא מדובר בתרופה אישית עבור אדם מסוים, אלא בתרופה המיועדת לקבוצת אנשים – תת־קבוצות שהתרופה תתאים להן. בכל מחלה יש תת־קבוצות של מחלות שצריך להבדיל ביניהן, ואז להתאים להן את התרופה. ברגע שנזהה לאיזו תת־קבוצה שייך חולה מסוים – תותאם לו התרופה הנכונה. בגישה אחרת לחלוטין וביחס לקבוצת מחלות אחרת נבצע טיפול שלא בעזרת תרופות, אלא טיפול תאי, באמצעות תאי גזע שיחליפו תאים ישנים לא מתפקדים. למשל, תאים מפרישי אינסולין יחליפו את אלו שהתנוונו במחלת הסוכרת. כנ"ל תאים מפרישי קטקולאמינים יחליפו במוח את אלו שהתנוונו, וגרמו, כתוצאה מכך, להתפתחות מחלת הפרקינסון.

אתה מדען שמרבה לעסוק בחינוך, ובביקוריך בארצות שונות אתה פוגש תרבויות וחברות אחרות. יש קשר בין מדע לאנושיות? בין מדע למוסר?

אנשים הם אנשים. כל טוב אפשר לנצל לרע. כל ידע יכול להפוך לכלי משחית. לכן אני אומר – קודם־כול חינוך. לא אמרתי, קודם־כול ידע. לא אמרתי, קודם־כול השכלה. אני מדבר על חינוך שמכיל בתוכו ערכי מוסר, כיבוד הזולת, אמפתיה ואנושיות. חינוך הוא לא רק ידע; הוא הרבה יותר מזה. לצערי, מערכת החינוך בישראל היום איננה במיטבה. היא שוקעת. כאשר להנהגה לא ברורה חשיבות החינוך וההשקעה בו, וזה מה שקורה היום בישראל, אנו בשקיעה.

אינני יכול לומר שהמערכת המדעית היא מערכת מוסרית, אבל המתודה המדעית היא מתודה לחשיפת האמת, וככזו, יש בה ערך מחנך. היא נבדקת כל הזמן. כל מה שמדען אומר עומד למבחן אובייקטיבי על ידי אחרים – בניגוד גמור למה שפוליטיקאים עושים, אומרים או מרגישים. המדע חושף את הטבע. אני לא המצאתי את מנגנון הבקרה התאי לפירוק החלבונים; אני רק חשפתי אותו. מדובר במנגנון שהתפתח במשך מיליוני שנים עם האבולוציה והיה נסתר מאיתנו, משהו אמיתי. המנגנון העומד מאחורי ה"משהו" הזה והפירוש שנתנו לו ניתנים להפרכה או לאישוש, וכל עוד הוא מאושש – הוא האמת.

השימוש לרעה קל במיוחד במדע, שכוחו גדול. דינמיט מאפשר לנו לבנות ולהתפתח, אבל גם להרוג אנשים. הבחירה איך להשתמש במדע – לטוב או לרע – היא בחירה שלנו, של האנושות, ומניסיוני האישי, אני מוצא שהמדע במדינות החופשיות המפותחות הוא שפה בינלאומית של שיתוף. זהו ערך אוניברסלי שמקרב בין חברות ואנשים. המדע הוא שפה מאחדת ומקרבת, שפה של שלום. במדינות בהן המשטר טוטליטרי או באלה המונהגות על־ידי פונדמנטליזם דתי, התמונה שונה, לצערי: החופש המדעי הנתון בידי מדענים מוגבל, ונתיבי היצירה מתועלים על־ידי השלטון. ■

צבי ינאי

האם ייתכן מחשב אנושי?

בגיליון 8 של "אודיסאה" ייחס פרופ' יקיר שושני דרגה גבוהה של יצירתיות למחשב "כחול עמוק", שניצח את קספרוב בשחמט. הסופר ועורך כתב העת "מחשבות", צבי ינאי, מגיב על הדברים וטוען, שגם אם יכולת המחשוב תתעצם פי מיליון, לא יוכלו מחשבים לבצע פעולות הדורשות יצירתיות, חשיבה והבנה

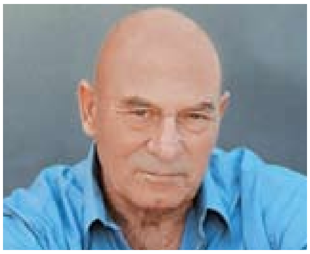


דימוי: פרנץ שטיינר, "רובוט אישי" / **פרנץ שטיינר, מקים חברת "בלוטסברודר דיזיין", מתמחה ביצירת אמנות דיגיטלית בשילוב עם צילום ריאליסטי. בין השאר, עבד עם חברות כמו "אפל", "מרצדס־בנץ" ו"פפסי". פרנץ מתעניין במיוחד בתחום הטכנולוגי־העתידני. שאיפתו היא למתוח את גבולות הצילום ההיפר־ריאליסטי ולשלב בו דימויים עתידניים וחדשניים באמצעות עיצוב מהוקצע ומתוחכם.**

■ נדמה לי שמשחק השח הממוחשב, המשמש למן שנות ה־50 של המאה הקודמת כעין נייר לקמוס למדידת האינטליגנציה המלאכותית, יכול להמחיש את ההבדל בין הבנה אמיתית להבנה מדומה.
בינואר 1988 נשאל **גארי קספרוב** במסיבת עיתונאים, האם מחשב יוכל לנצח רב־אמן לפני סוף המאה. בשום אופן לא, השיב קספרוב, ואם רב־אמן כלשהו מתקשה להתמודד נגד מחשב, הוא ישמח לסייע לו. באוקטובר 1989 נערכה תחרות בין קספרוב לתכנית השח "מחשבה עמוקה", שהייתה מסוגלת לסרוק יותר משני מיליון עמדות בשנייה. קספרוב ניצח בתוצאה 2:4.
לעיתונאים הוא אמר, שבניצחונו הגן על כבוד האדם מפני המכונה. הוא גם הסביר את הסיבות לניצחונו: "כדי לשחק שח צריך יותר מסתם טקטיקה ומהלכים; צריך פנטזיה, צריך אינטואיציה". ללא תכונות אלו, הוסיף, אין למחשבים סיכוי לנצח את האדם במאה הזאת.
במאי 1997 נערך קרב הגומלין בין קספרוב לגרסה משופרת של תכנית השח הקודמת, שהסבה את שמה ל"כחול עמוק יותר". קספרוב הפסיד בתוצאה 2.5:3.5. "כחול עמוק יותר" לא ניסתה לחקות את הפנטזיה האנושית, גם לא את האינטואיציה שלנו. היא הציגה אלגוריתמים טובים יותר, ובעיקר עוצמת מחשוב, שהתבטאה ביכולת לבדוק 300 מיליון עמדות בשנייה. קספרוב הסביר שעוצמת המחשוב מילאה תפקיד מכריע בהפסדו, וכי הדברים שהוא מצליח "לגלות בזכות האינטואיציה, מתגלים למכונה על־ידי ביצוע מיליארדי חישובים".
"כחול עמוק יותר" אימצה את היתרון של המטוס, האונייה והמכונית ביחס לנשר, לדולפין ולברדלס. קרי: היא לא ניסתה לחקות תכונות אנושיות כמו אינטואיציה – שהיא ממילא לא מסוגלת להבין – אלא עקפה אותן באמצעות מהירות חישוב מדהימה.
הפסדו של קספרוב מעלה שאלה מעניינת: מה יקרה כאשר יריצו סימולציות עוקפות הבנה וחשיבה במחשב המסוגל לבצע אלף מיליארד מיליארדי חישובים בשנייה? מה יהיה כאשר נבנה מחשבים קוונטיים, שיהיו מסוגלים לבצע בזמן נתון מספר גדול יותר של חישובים ממספר האטומים ביקום? האם מחשבים אלה יְיַצְּגוּ רק עוצמת מחשוב מדהימה, או שמא יפתחו צורות הבנה וחשיבה שונות משלנו, מהירות ואיכותיות לאין ערוך? לשון אחר, האם מתוך המהירות והמורכבות של מחשבים אלה תצוץ מאליה צורה אחרת של חשיבה והבנה, כפי שהמורכבות של המוח האנושי הביאה להתפתחות יכולת מנטלית שונה מזו של החיות? זו שאלה מאוד מעניינת, אבל גם מאוד בעייתית, כי ספק אם אנחנו מסוגלים לדמיין צורת חשיבה והבנה אחרת משלנו. עובדה, לא רק שאיננו מסוגלים לדעת מה חושב חתול, איננו יודעים גם מה חושב תינוק.
יתרה מזו, איננו יודעים גם איך להקנות עקרונות חשיבה והבנה לילדינו. כל הורה טוב מנסה להעמיק את ההבנה של ילדיו ולהרחיב את יכולת חשיבתם, אבל הוא לא יוצר אצלם דפוסי חשיבה והבנה. הוא משתמש במבני חשיבה והבנה הטבועים בהם מלידה, דוגמת הכושר הלשוני והיכולת שלנו לתפוס צורות, צבעים ותנועות. תכונות מולדות אלו לא קיימות במחשב, ואנחנו איננו יודעים כיצד מלמדים אותן. עובדה, ילדים רוכשים בכוחות עצמם חלק ניכר מהידע שלהם על העולם: ילד לומד מניסיונו שאפשר למשוך צעצוע על־ידי חוט, אבל לדחוף אותו אפשר רק על־ידי עצם קשיח כמו מוט.
למחשב אין מבנים מולדים, אין חושים, אין רגשות. יתרה מזו, מכיוון שהמחשב לא לומד על־ידי התנסות ישירה בחיים האמיתיים, הוא לא חווה חוויות שמהן ניתן ללמוד דברים חדשים. לכן גם לא נוצרות בו תובנות על בסיס של אינטואיציות וקשרים אסוציאטיביים לא לוגיים. אני רוצה להביא קטע משיחה בין הפסיכולוג ההתפתחותי הידוע פיאז'ה לילדה בת חמש, כדוגמה להבנה אסוציאטיבית שלא קיימת במחשבים:

פיאז'ה: ממה נוצרת הרוח?
ילדה: מהעצים.
פיאז'ה: מנין לך?
ילדה: ראיתי אותם עושים ככה בידיים שלהם.
פיאז'ה: איך מזה נעשית רוח?
ילדה: ככה (מדגימה), רק שהם יותר גדולים ויש הרבה עצים.

למחשב אין ידיים, ולכן הוא לא יכול ליצור קשר אסוציאטיבי כזה. האדם, בניגוד למחשב, לא נולד טבולה ראסה. הוא מגיע לעולם מצויד בתכונות מולדות, המעבדות את ההשפעות הסביבתיות בהתאם לאישיות הגנטית שלו. לכן תאומים בעלי מטען גנטי זהה, המתנסים בתגובות ובחוויות סביבתיות שונות, מפתחים אישיות שונה.
איננו יודעים איך ללמד מחשב לעמוד על ההבדל בין צורות שונות של הפועל "אהב", כמו, למשל, ההבדל בין "דני אוהב תפוחים" לבין "דני אוהב חתולים". כל ילד במערב מבין שאהבתו של דני לחתולים אינה אהבה לבשר חתולים. למחשב אין כושר הבחנה כזה, כי הוא לא מבין את משמעות המושג "אהבה". כאן קבור הכלב: תנאי הכרחי לקיומה של הבנה ולאפשרותה של חשיבה הוא הבנת התוכן והמשמעות של המידע הזורם אלינו מבחוץ, או הנוצר אצלנו בפנים. היכולת הזאת לא קיימת במחשב.
מחשב הוא מכונה לתפעול פורמלי של סמלים המורכבים משתי ספרות: אפס ואחת. המחשב לא מודע לתוכן המידע המעובד על־ידיו, כפי שהמתמטיקה לא מבחינה בהבדל בין חמישה תפוחים לבין חמישה תפוזים, שכן תוכנו של המספר הוא **ממד** הנמצא מחוץ לעולמה של המתמטיקה. הוא הדין באשר למחשב: אין אצלו הבחנה >>



"למחשב אין מבנים מולדים, אין חושים, אין רגשות. יתרה מזו, מכיוון שהמחשב לא לומד על־ידי התנסות ישירה בחיים האמיתיים, הוא לא חווה חוויות שמהן ניתן ללמוד דברים חדשים. לכן גם לא נוצרות בו תובנות על בסיס של אינטואיציות וקשרים אסוציאטיביים לא־לוגיים"

<< בין הפולסים האלקטרוניים לבין התכנים שפולסים אלה מייצגים. בניגוד לאדם, המחשב אינו יותר מסך כל מרכיביו. מבחינתו, פקודה לפתוח במלחמה גרעינית והוראה להפעיל ממטרות בדשא נבדלות זו מזו רק בארגון השונה של הסימנים הבינריים בתוך הפקודה האלקטרונית. והשאלה היא, האם בעתיד יוכל מחשב "להבין" את תוכן המידע הזורם דרכו.

יש לא מעט אנשים הסבורים כך. הפילוסוף **ג'ון לוקאס** משווה את התפתחות התודעה לתגובת שרשרת בביקוע אטום. הביקוע קורה כאשר גוש החומר הבקיע עובר מסה קריטית מסוימת. ייתכן, אומר לוקאס, שגם המכונה תגלה הבנה ויוזמה עצמית כאשר תעבור מסה קריטית מסוימת של מורכבות.

אני מרשה לעצמי לחלוק על דעה זו, שלפיה האינטליגנציה המלאכותית תפרוץ ספונטנית מתוך המורכבות של המערכת. השאלה הנכונה אולי איננה האם המחשב יוכל לחשוב ולהבין כמונו, אלא האם נוכל לסלול **כבישים עוקפי חשיבה והבנה**, כדי להשיג תוצאות דומות – ואף טובות יותר – מהחשיבה האנושית, כפי ש"כחול עמוק יותר" עשתה במשחק השחמט, וכפי שמערכות מומחה ממוחשבות עושות בתחומים מוגדרים שונים.

לכאורה, הישגים בתרגום ובהבנת הדיבור מצביעים על כך שהצלחנו לעלות על כביש עוקף סמנטיקה לשונית, אבל זוהי אשליה טיפוסית למה שיהושע בר־הלל המנוח כינה "כשל הצעד הראשון". דהיינו, ההנחה השגויה שהרמת רגל באוויר היא צעד ראשון במסע רגלי לעבר הירח, וכל היתר הוא רק שאלה של זמן ומאמץ.

יהושע בר־הלל: פילוסוף ישראלי (1975–1915). התפרסם בזכות מחקרו החלוצי בתחום התרגום באמצעות מכונה. עסק גם ביסודות המתמטיקה ובבלשנות.

הבעיה של האינטליגנציה המלאכותית היא היעדר הבנה. לנו אין בעיה לעמוד על ההבדל בין משפטים תקפים מבחינה תחבירית וסמנטית לבין משפטים תקפים רק מבחינה תחבירית. למשל, ההבדל בין המשפט "האיש בחלון השליך עציץ" לעומת משפט בעל תחביר תקף אבל חסר משמעות תוכנית: "האיש בקיר השליך עציץ".

מחשב לא מסוגל לעמוד על ההבדל בין שני המשפטים, כי כדי להבין למה "האיש בקיר השליך עציץ" הוא משפט חסר משמעות, נדרשת יותר מהבנה בלשנית. דרושה הבנה של המציאות, ובמציאות האמיתית, בניגוד למציאות המדומה של המחשב, אנשים לא שוכנים בתוך קירות.

כשל מחשבתי כזה נחשף במבחן הקרוי על שמו של המתמטיקאי **אלן טיורינג**. כדי לעקוף את הקושי שבהגדרת אינטליגנציה, הציע טיורינג מבחן מעשי: בחדר אחד יושב בוחן, בחדר שני נמצא מחשב, ובחדר שלישי אדם. הבוחן מעביר באמצעות המקלדת שלו שאלות לשני החדרים, במטרה לגלות מי נמצא בהם. אם המחשב מצליח להסוות את זהותו מהשואל בשיחה בת חמש דקות, יש להכיר בו כבעל אינטליגנציה. והנה, למרות ההתקדמות העצומה שהתחוללה בעולם המחשבים משנות ה־50 של המאה הקודמת, שום מחשב לא הצליח לצלוח את המבחן הזה.

טיורינג העריך כי בשנת 2010 יגיעו להצלחה מלאה. הוא טעה. לימדנו את המחשב לנתח בעיות הנדסיות מורכבות, לפענח אק"ג, להנחית חללית על הירח, ליירט טילים ואפילו לחשב במדויק את תוחלת החיים של חולים ביחידות לטיפול נמרץ, אבל איננו יודעים כיצד להקנות לו חשיבה רגילה והבנה כללית. וזה בדיוק מה שיוצר את הקושי במבחן של טיורינג: הוא דורש מהמחשב לגלות הבנה כללית – בלתי מתוכננת מראש – הנשענת על מספר גדול של עובדות ונתונים המקושרים ביניהם ברשת ענפה של קשרים רלוונטיים: קשרי ידע, קשרים רגשיים, קשרים של שכל ישר, קשרים לוגיים, קשרים כמותיים, קשרים ערכיים וקשרים אסוציאטיביים.

את הקישוריות הרחבה והמגוונת הזאת יכולים לספק רק החיים עצמם, ולא הסימולציות שלהם. זוהי, אם כן, המשמעות של כשל הצעד הראשון: תכנית מחשב מסוגלת לפצח משפט מתמטי קשה, אך אם תוזמן להרים כוסית קוניאק על הצלחתה לפתור את המשפט המתמטי, היא לא תבין מה רוצים ממנה, כי היא לא יודעת מה זה הצלחה ומה זה קוניאק. הוא הדין ב"כחול עמוק יותר": הידע שלה ייחודי למשחק השח. לכן, אם מארגני התחרות יחליטו לאפשר לצריח לנוע כמו פרש, "כחול עמוק" תקרוס. היא לא מסוגלת גם להסיק בכוחות עצמה, שבמצב של מלך ושני פרשים לכל צד אין הכרעה, והיא תמשיך לשחק עד שינתקו אותה מהחשמל. חמור מזה, היא לא מסוגלת להקיש מהידע העצום שרכשה במשחק השח על

משחקים דומים. על כן, למרות שניצחה את אלוף העולם בשח, היא תפסיד לילד בן 10 במשחק הדמקה (לאחרונה הצליחו למחשב את כל 500 מיליארד מיליארדי המהלכים האפשריים במשחק), אלא אם כן צוידה מראש בתכנית דמקאית ממוחשבת.

מעבר לכך, למבחן טיורינג אין יומרות תבוניות; הוא כביש עוקף אינטליגנציה. המדד להצלחתו הוא מבחן התוצאה, ולא מבחן ההבנה. לכן, גם אחרי שמחשב יעמוד בהצלחה במבחן טיורינג, לא יהיה בזה כדי להוכיח שהוא באמת מבין וחושב. צריך לזכור: **השגת תוצאה זהה להבנה או לרגש איננה הוכחה לקיומם של הבנה או רגש.** כאשר ילד מגיב בחיוך ללטיפה, הוא לא מוציא לפועל פקודה לוגית המחקה התנהגות רגשית. הלטיפה מגרה את מרכז ההנאה במוחו, וזה מגיב בפעילות כימית המחלחלת בגופו ונתפסת בתודעתו כתחושה של עונג. במילים אחרות, כשם שהמסעים של "כחול עמוק יותר" אינם פרי של אינטואיציה ודמיון, וכשם שסימולציה של שבר ענן לא מורידה גשם אמיתי, כך החיוך של רובוט איננו תגובה אמיתית ללטיפה, אלא חיקוי **חיצוני** של תגובה אנושית.

עם זאת, ההגינות מחייבת אותנו לשאול, האם הקביעה הזאת, המעניקה למכונה הביולוגית מעמד ייחודי ובלעדי ביצירת התודעה, איננה דעה קדומה המוכתבת על־ידי נטייתנו ההומוצנטרית. נניח שהתודעה לא יכולה לפרוץ מתוך המורכבות של מחשב יחיד – מורכב ורב־עוצמה ככל שיהיה – אין זה אומר שהיא לא יכולה לצמוח מתוך רשת האינטרנט, המייצגת כבר היום מאות מיליוני מחשבים ומיליארדי קשרים.

ואמנם, יש המרחיקים לראות בקשרים החדשים הנוצרים בין מכלול של פריטי מידע, על בסיס של רלוונטיות ישירה ואסוציאטיבית, אפיונים ראשוניים להתפתחותו של מוח גלובלי בעל רמת חשיבה גבוהה בהרבה מהשכל האינדיווידואלי של כל אחד ממשתמשי הרשת, מכיוון שהוא יוכל לרכז ידע ממאות תחומי התמחות שונים. להערכתם, האינטליגנציה של המוח הגלובלי תעלה על יכולתנו להבין אותה, וסופה להשתלט על העולם.

אני מטיל ספק בתחזית הזאת. התנאי להיווצרות מוח גלובלי הוא, שהסוכנים הדיגיטליים יהיו אינטליגנטיים באמת. כלומר, לא כאלה שמתנהגים כאילו הם אינטליגנטיים, באמצעות השוואת נתונים כמותיים או על־ידי איתור מידע על סמך מילות מפתח. כדי שסוכנים אלה יהיו אינטליגנטיים באמת הם זקוקים להבנה, וכדי להבין צריך לדעת **לחשוב**. זה מחזיר אותנו לשאלה הקודמת: האם ניתן להקנות תבונה וחשיבה למחשבים באמצעות כבישים עוקפי הבנה וחשיבה? תשובתי שלילית. כי בניגוד למטוס, שלא נדרש להיות ציפור, אלא רק לטוס מהר יותר מציפור, המחשב מתבקש לגלות הבנה אנושית בלי להיות בן אנוש, ואת זה הוא לא יכול לעשות. מחשב יכול לספק **כאילו הבנה**, אבל לא **הבנה אמיתית**.

יתרה מזו, כשאומרים שהמוח הוא מרכז העצבים שלנו, מתכוונים לכך שהמוח הוא חלק ממערכת הרבה יותר גדולה, הכוללת את השפעת ההורמונים על התנהגותנו ורצונותינו, את המידע המתקבל מהחושים, ואת האינטרקציה בינינו לבין המציאות החיצונית והפנימית שלנו. מחקרים של השנים האחרונות מראים כי התנהגות גופנית, גם זו שאיננו מודעים לה, משפיעה לא רק על מעשינו, כי אם גם אחראית בדרכים שונות לחשיבה המופשטת שלנו. משמע, המכלול הגופני הזה הוא חלק בלתי נפרד מהתודעה שלנו, ועקב כך מאישיותנו. לעומת זאת, כאשר אומרים שהרשת הגלובלית של האינטרנט היא מרכז העצבים של המוח הגלובלי, מתעלמים מהעובדה שמוח גלובלי זה מורכב אך ורק מהרשת העצבית. לרשת הזאת אין ריגושים ולא חוויות ולא שאיפות ולא רְצִיות. היא סתם מערכת חסרת בינה לעיבוד נתונים. השאלה הבסיסית נותרה בעינה: איך מקנים למנועי החיפוש אינטליגנציה אמיתית במקום האינטליגנציה המדומה שהם מציעים היום?

הכשירות הדרווינית, המשמשת כעין מנוע כללי של הברירה הטבעית, מביאה לשכלול מגוון רחב של תכונות גופניות והתנהגותיות, לרבות התבונה. זיקה כוללנית זו מבטיחה קיום יחסי גומלין דינמיים בין התכונות השונות, על־פי מידת התאמתן לתנאי הסביבה. יחסי גומלין אלה לא מתקיימים במנוע החיפוש של הרשת הגלובלית, מאחר שהדלק המזין אותם מתבסס אך ורק על בינה מלאכותית. הבעיה העיקרית בניסיון של הבינה המלאכותית נעוצה בעובדה, שמפתחיה לא הביאו בחשבון שהאינטליגנציה בטבע התפתחה כחלק בלתי נפרד ממערכת הישרדות, כמנגנון הבא להאריך את טווח הפעולה של החושים, ולא כתכונה נפרדת העומדת בפני עצמה.

עם זאת, בין שהמוח הגלובלי יהיה חכם באמת או רק מתחזה לחכם, תלותנו ברשת העולמית תלך ותגדל. תלות זו מגחכת את האמונה שטיפחנו למן שנות ה־50 של המאה הקודמת, כי יקרה אשר יקרה למערכת יחסינו עם המחשב, עליונותנו על המכונה מובטחת לעד, מכיוון שבכל רגע ניתן לנתק את המחשב מהשקע החשמלי ולהשבית בכך את פעולתו. זה היה המסר המרכזי בסרטו של סטנלי קובריק "אודיסאה בחלל".

המחשב HAL גסס מול עינינו, בעת שֶׁהַמְּחַבְּרִים שלו נותקו בזה אחר זה מהחשמל. על התרגיל הזה לא נוכל לחזור בעתיד. הרשת הגלובלית עלולה להפעיל סנקציות כלפי כל מי שיסרבו לספק לה מידע, על־ידי כך שתגביל את גישתם למידע או אפילו תחסום אותה לגמרי. זהו איום שאין להקל בו ראש, כי כבר היום חסימת מידע יכולה להביא לקריסת המערכות הכלכליות, החברתיות, הביטחוניות והשלטוניות של המדינה. ■

צבי ינאי הוא סופר, לשעבר מנכ"ל משרד המדע ועורך כתב־העת "מחשבות"

יצחק בן ישראל

מלהב החרב
אל זיכרון המחשב



הקפיצה הטכנולוגית שהתרחשה בסוף המאה העשרים, בצירוף מהפכת המידע שעדיין מתרחשת, שינו את פניו של שדה הקרב העתידי. מומחי האסטרטגיה הצבאית משחקים בסימולציות של קרבות, שבהם מידע ולא כוח הוא המפתח לניצחון. פרופ' יצחק בן ישראל סוקר את התפתחות האסטרטגיה הצבאית ומסביר איך יתנהלו המלחמות הבאות

■ מלחמה היא עניין עתיק יומין. אלפי שנים ניצבים מחנות של בני אדם זה מול זה, מצוידים באמצעי הרג המשתנים מדור לדור, ומנסים בכוח הזרוע לכפות את רצונם על יריביהם. מבחינה זו, מלחמת טרויה ומלחמת העולם השנייה אינן שונות עקרונית זו מזו. אבל מלחמה היא חלק מתרבות. המטרות, אופן ההתנהלות, הכלים המופעלים בלחימה, מוסר הלחימה, חוקי המלחמה, האסטרטגיה והטקטיקה – כל אלה תלויי תרבות ומשתנים עם התפתחות החברה האנושית.

משחר לידתו למד ההומו סאפיינס להשתמש בכלים. תחילה נטל כלים פשוטים שנמצאו בטבע – האבן והעץ, ולאחר מכן החל לבנות כלים משוכללים, שדרשו תכנון ויכולת טכנולוגית. הכלים הראשונים שינו את אופי האדם ואת פני החברה האנושית עד כדי כך, שאנו נוהגים היום לכנות את התקופות הפרהיסטוריות על שם הטכנולוגיות העיקריות ששימשו בהן לייצור הכלים: תקופת האבן, תקופת הברזל וכן הלאה.

הכלים שימשו את האדם בכל מעשיו. החל באספקת מזון, לבוש ומחסה, וכלה בשיטות המלחמה. הטכנולוגיה הכתיבה את הכלכלה (גם כשזו הייתה פרימיטיבית מאוד ביחס לכלכלה הגלובלית של ימינו), את התרבות ואת מה שחשוב לענייננו – דרכי העימות בין חברות ואסטרטגיית הלחימה.

העתידן **אלווין טופלר** (Alvin Toffler) מחלק את ההיסטוריה של התרבות האנושית לשלוש תקופות, על־פי הטכנולוגיה העיקרית השולטת בכל תקופה. לצורך הניתוח שלו מעדיף טופלר להשתמש במונח "גל". הגל הראשון הוא הגל החקלאי. לפניו לא הייתה "תרבות" במובן המקובל כיום, ובני האדם חיו כנוודים בודדים (או משפחות מצומצמות) והתפרנסו מציד חיות וליקוט מזון.

משפותחה טכנולוגיה חקלאית המאפשרת עיבוד אדמה (באמצעות השקיה, זריעה ושתילה), בד בבד עם ביות בעלי חיים לצורכי עבודה והפקת מזון, פסקו הנדודים והחלו לקום יישובי קבע. הגל החקלאי הביא להיווצרות כפרים, ומאוחר יותר להקמת ערים. נוצר צורך לארגן את החיים בקהילות גדולות, ולשם כך נבנו הכלים הפוליטיים והתרבותיים המתאימים (מלך, חוקים ומוסדות). הדת, אחד המכשירים היעילים ביותר לשליטה בהמונים, הומצאה אי־אז בראשית הגל החקלאי.

תרבות הגל הראשון קשורה לחקלאות בכל היבטיה וטקסיה. עשיר, בהגדרתו, הוא בעל אדמות; החגים הדתיים קשורים למחזור החקלאי ולעונות השנה, והטכנולוגיה העומדת בבסיס הכלים החקלאיים, כמו המגל למשל, היא זו המאפשרת את ייצור כלי המלחמה העיקרי – החרב.

הגל השני הוא הגל התעשייתי. ראשיתו במאה ה־18, ומאז הוא התפשט ברחבי אירופה המערבית ואמריקה הצפונית, עד להשתלטות על חלק גדול מהעולם במהלך המאה העשרים. במסגרת התרבות התעשייתית בעלות על אמצעי תעשייה וייצור היא המפתח לעושר. הכלכלה העולמית מבוססת על מוצרי צריכה המיוצרים בקווי ייצור המוניים.

ומה באשר למלחמה? גם זו מוכרעת בכלי נשק המיוצרים בייצור המוני בבתי־החרושת. ארה"ב ייצרה >>



>> במלחמת העולם השנייה 86,330 טנקים, 76,400 אוניות ונחתות ו־296,400 מטוסים! בסופו של חשבון, גרמניה, שפתחה את מלחמת העולם השנייה בכוח צבאי עדיף (מספרית ואיכותית) על יריביה, נוצחה בעיקר בזכות כושר הייצור התעשייתי של ארה"ב ובריה"מ.

אבל הגל החשוב הוא הגל השלישי – גל המידע – שנולד באמצע המאה העשרים בעקבות המצאת המחשב והשתלט על הטכנולוגיה והייצור בסוף המאה ובתחילת המאה ה־21. הרעיונות התיאורטיים למכונת חישוב אוניברסלית הונחו כבר בשנות השלושים (על־ידי **אלן טיורינג וג'ון פון נוימן**). המחשב האלקטרוני הדיגיטלי הראשון שהיה רב־תכליתי נבנה עבור מעבדות המחקר הבליסטי של צבא ארה"ב (BRL) ב־1946, והשאר היסטוריה.

בגל השלישי אין הכרח להיות בעל אדמות או תעשיין כדי להיות עשיר. זהו גל של ידע טכנולוגי ושליטה על עיבוד והפצת הידע. ישראל, שבה מנוע הצמיחה העיקרי בעשרים השנים האחרונות הוא ההיי־טק (כלומר, השילוב של טכנולוגיות מחשוב עם תקשורת), היא דוגמה מצוינת. התרבות שלנו הולכת ומתרכזת סביב הפקת המידע, עיבודו, הפצתו והשימוש בו.

אמנות המלחמה בגל השלישי קשורה בהכרח לעידן המידע. המלחמה הולכת ומוכרעת באמצעות טכנולוגיות מידע. "עליונות המידע" – דהיינו, השליטה על מידע מדויק אודות היריב ומניעת מידע שלו עליך – תופסת מקום מרכזי בתורת הלחימה המודרנית. לצד מושגים קלסיים כמו "עליונות אווירית" ו"עליונות ימית", רווחים היום בשפה המקצועית הצבאית מושגים כמו "לוחמת מידע", "מבצעי מידע", "לוחמת רשת" וכדומה (ראו טבלה מס' 1, המתארת את שלושת הגלים בהיסטוריה האנושית).

	מאפיין	מיהו עשיר?	סמל	צורת מלחמה
הגל הראשון	חקלאות	בעל אדמות	מגל	חרב
הגל השני	תעשייה (קו–ייצור)	תעשיין	מכונות	טנק, מטוס
הגל השלישי	ידע	ביל גייטס	מחשב	לוחמת מידע

טבלה מס' 1: שלושת הגלים של טופלר

ממדע למידע

בניגוד לטכנולוגיה, המדע המוכר לנו היום התפתח רק במאות השנים האחרונות, כשמובילים את ההתפתחות ניוטון, גלילאו ומדענים אחרים במערב אירופה. יש המסמנים את ראשית המהפך בשנת 1517, כשכומר גרמני בשם מרטין לותר (1546–1483) תלה את התזות שלו על גדר כנסייתו בוויטנברג והצית את האש התיאולוגית של הרפורמציה והמהפכה הפרוטסטנטית ברחבי מערב אירופה. השלטון ללא מצרים ממנו נהנתה הכנסייה הקתולית החל להתערער, ואיתו גם סמכותה לקבוע הלכות בכל תחומי החיים. השאלה, האם הארץ סובבת את השמש או להפך, הופקעה מסמכות הדוגמה הכנסייתית והאינקוויזיציה שלה ועברה לבירור אמפירי.

כמאה שנה אחר־כך הוביל תהליך השחרור מכבלי הכנסייה לגילוייו של ניוטון ולהיווצרותו של המדע המודרני. את היסודות הפילוסופיים של המהפכה המדעית הניחו מספר אנשים, שהבולט שבהם הוא **פרנסיס בייקון** (Francis Bacon, 1626–1561) בספרו **"המכשיר החדש"**. ה"מכשיר" הוא התבססות על ניסויים ותצפיות אמפיריות – מתודה חדשה ויעילה לבירור האמת ותיאור המציאות. המדע החדש נועד לאפשר לנו לשלוט בטבע: ידיעת הטבע וחוקיו תעניק לנו כוח לשעבדו לצרכינו. הלורד בייקון קבע את האמרה המפורסמת: "ידיעה (knowledge) היא כוח".

המהפכה המדעית של המאה ה־17, שבאה בעקבות המהפכה הדתית של המאה ה־16, הייתה מוגבלת תחילה לציבור קטן מאוד של משכילים ומלומדים. חדירתה לתחומי החיים של הציבור הרחב החלה, כאשר מדענים ומהנדסים השתמשו בידע המדעי החדש כדי לבנות מכונות. חידושי התרמודינמיקה תורגמו למכונות קיטור שהניעו נולי טוויה ורכבות, והפיזיקה החדשה חדרה לכל תחום, החל בייצור מזון, דרך בניית דרכים וגשרים וכלה באמצעי לחימה. רק אז, במאות ה־18 וה־19, התחיל באירופה ובעולם החדש עידן המהפכה התעשייתית.

המהפכה התעשייתית הביאה ליצירת מעמד חדש של בורגנים עשירים, ואלה קראו תיגר על הסדר החברתי הישן, שנשלט על־ידי אצילים בעלי דם כחול ורוזנים בעלי אדמות. הבורגנות החדשה תבעה את זכויותיה הפוליטיות, ותורה של המהפכה הפוליטית הגיע חיש קל. הערכים של חופש, שוויון ואחווה, שהתנוססו על דגלה של המהפכה הצרפתית בסוף המאה ה־18, משקפים זאת היטב.

התנאים הדרושים להתפתחות מדע מודרני – דהיינו, התקדמות על בסיס של העלאת רעיונות חדשים, ובדיקתם בעזרת שיקול רציונלי הנסמך על עדויות אמפיריות, ללא חשש מאוטוריטה כלשהי (דתית, שלטונית, חברתית או ממסדית) – הם בדיוק התנאים הדרושים להקמת חברה פתוחה, דמוקרטית וליברלית. זו הסיבה לכך שבהיסטוריה של אירופה המערבית התחוללו תהליכים אלה במקביל: היפתחות החברה ומעבר לצורות שלטון דמוקרטיות וליברליות לצד התפתחות המדע המודרני.

נושאים אלו נדונו בהרחבה על־ידי אחד מגדולי הפילוסופיה של המדע במאה העשרים, **קארל פופר** (Karl Popper), בספרו **"החברה הפתוחה ואויביה"**.

הבסיס המטאפיזי למהפכת המידע

פופר היה מי שהציב, הרבה לפני תיאוריית הגלים של טופלר, את הבסיס המטאפיזי למהפכת המידע. נקודת המוצא שלו הייתה השאלה: איזה מין דברים קיימים בעולם?

המידע שונה באופן מהותי מאדמות ומחומרי גלם המיועדים לקווי הייצור התעשייתיים. בניגוד **לחומר**, ניתן להשתמש **במידע** שוב ושוב ולחלק אותו לצרכנים רבים, מבלי שיפחת. מידע הוא משאב בלתי נדלה, ובעצם הולך ומתרחב.

הפילוסופיה (מאז ימי היוונים) נהגה לחלק את המציאות לשניים: **חומר ורוח**. העולם מכיל עצמים מסוג ה"חומר" (אבנים, כיסאות, טנקים), שיש להם מיקום מוגדר (זמן ומרחב), והם מורכבים מאבני היסוד האלמנטריות של החומר. לעומתם, **החוויות המנטליות** (מחשבות, רגשות כמו כאב, שמחה, עצב) אינן חומריות. קיומם של העצמים החומריים הוא אובייקטיבי, ואילו החוויות הרוחניות הן סובייקטיביות. פופר מכנה את אוסף העצמים החומריים בשם **עולם 1**, ואת עולם הרוח (הסובייקטיבי) בשם **עולם 2**.

אבל, שואל פופר, מה מעמדו של הידע (knowledge) האנושי? לאן שייך, למשל, משפט פיתגורס? **לעולם1** או **לעולם 2**? ברור שהמשפט אינו "חומר". אבל, האם הוא "חוויה מנטלית"? הרי הוא אינו סובייקטיבי, על אף שהוא **תוצר** של הרוח האנושית. פופר טוען שמשפט פיתגורס אינו שייך **לעולם 2**. מרגע שהוא נוצר, זו **אמת אובייקטיבית** שאינה תלויה עוד ברוח שיצרה (או גילתה) אותה. למעשה, קיים "עולם" שלם של **ידע אנושי** (פופר מכנה אותו בשם **עולם 3**) המאוכלס על־ידי "יצורים" כמו משפט פיתגורס, חוקי הפיזיקה והטבע. יצורים אלו אינם "חומר" ואינם "חוויות מנטליות" סובייקטיביות. **הידע הוא אובייקטיבי, על אף שהוא תוצר של הרוח האנושית הסובייקטיבית** (טבלה מס' 2 מסכמת את המאפיינים העיקריים של שלושת העולמות הפופריאניים).

	תכולה	מעמד	דוגמאות
עולם1	חומר	אובייקטיבי	שולחנות, מטוסים
עולם2	חוויות מנטליות	סובייקטיבי	כאב, שמחה
עולם3	ידע	אובייקטיבי	מתמטיקה, פיזיקה, חוקי טבע

טבלה מס' 2: שלושת העולמות של פופר

מכוח הזרוע לכוח המוח

כאמור, הידע הוא "סחורה" מיוחדת במינה – **סחורה בלתי נדלית.** נושא זה זוכה לטיפול רציני בתורת הכלכלה בשנים האחרונות.

כך, למשל, במאמר שפרסם ב־1990 בשם "Endogenous Technological Change", שבו הוא מניח יסודות לכלכלה "אחרת", נקודת המוצא של הכלכלן **פול רומר** (Paul M. Romer) היא, כי "שינוי טכנולוגי הינו הלב של הצמיחה הכלכלית":

"טכנולוגיה היא מוצר בלתי נדלה [...] **לתכונת הבלתי נדלות יש שתי השלכות חשובות על תורת הצמיחה: ראשית, מוצרים בלתי נדלים ניתנים לצבירה ללא חסם התלוי במספר האנשים, בעוד שמרכיבי הון אנושי, כמו היכולת לחבר מספרים, לא ניתנים לצבירה זו. לכל אדם יש רק מספר סופי של שנים בו הוא יכול לרכוש מיומנויות. כאשר הוא מת, כל המיומנויות שלו נעלמות למעט המוצרים הבלתי נדלים שאדם זה הפיק, כמו: חוק מדעי; עיקרון בהנדסה מכנית, אלקטרונית או כימית; תוצאה מתמטית כלשהי; תוכנת מחשב; פטנט; שרטוט מכני או תכן. כל אלו נשארים הרבה אחרי שהאדם כבר הלך לעולמו.**

שנית, ההתייחסות לידע כאל מוצר בלתי נדלה מאפשרת לדבר על דליפת ידע, כלומר, בלעדיות לא מושלמת.

שתי תכונות אלה של ידע – צמיחה בלתי חסומה ובלעדיות לא מושלמת – הן תכונות אשר בדרך־כלל מזוהות כרלוונטיות לתורת הצמיחה".

אלווין והיידי טופלר מתבטאים כמעט באותן המילים בבואם לתאר את כלכלת הגל השלישי:

"מה שהופך את כלכלת הגל השלישי למהפכנית באמת היא העובדה, שבעוד שאדמה, ידיים עובדות, חומרי גלם ואולי אף ממון יכולים להיחשב כמשאבים בעלי כמות סופית, הידע הוא, מכל הבחינות, משאב בלתי נדלה. שלא כמו היתוך בודד או קו ייצור, בידע אפשר להשתמש בשתי חברות בעת ובעונה אחת. הן אף יכולות לנצל אותו ליצירת ידע נוסף".

אם ננסה לאחד עתה את הבסיס המטאפיזי של פופר עם הסוציולוגיה של טופלר (המתוארת, למעשה, על־ידי תורת הכלכלה של רומר), נוכל לטעון כי מלחמות הגל השני (והראשון) התנהלו **בעולם 1** ("עולם החומר"). במלחמות אלה ניצח מי שהשכיל להעמיד צבא גדול וחזק יותר, ומי שידע לגייס לעזרתו ולטפח את הגורמים המנטאליים (**עולם 2**) של גיסותיו (כמו רוח קרב, מוטיבציה, אומץ לב).

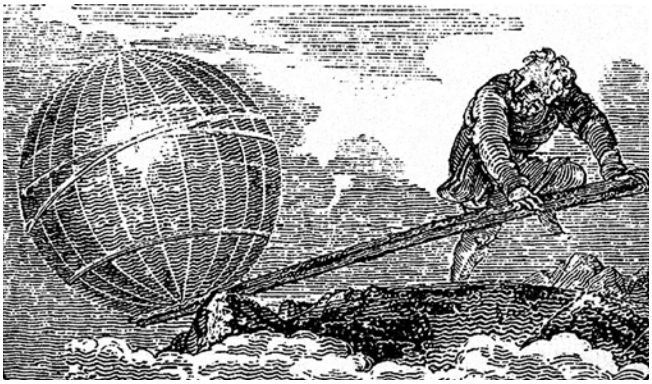
מלחמות העתיד יתפשטו מעתה **לעולם 3** – עולם המידע. מבלי להפחית בערכם של גורמים שהשפיעו בעבר, וישפיעו גם בעתיד, על סיכויי הניצחון במלחמה, הרי בעוד שמלחמות העבר (הגל הראשון) נשענו על **כוח הזרוע**, ומלחמות ההווה (הגל השני) נשענות על **כוח המכונות**, מלחמות העתיד יישענו יותר ויותר על **כוח המוח**.

>>

מה בין מדע לטכנולוגיה?

הפעילות המדעית כה דומה לפעילות הטכנולוגית, עד שאנו נוטים לבלבל ביניהן ולכרוך אותן יחד. אבל קיים הבדל חשוב בין המדען לטכנולוג: מטרת המחקר המדעי היא גילוי ה"אמת" – דהיינו, האופן שבו העולם בנוי. מטרת הטכנולוג היא בניית מכשיר (מכונה) מועיל. בניגוד למדע המודרני, העיסוק בטכנולוגיה הוא עתיק יומין. האדם שלט בטכנולוגיות ייצור הרבה לפני שהבין את העקרונות המדעיים העומדים מאחוריהן.

הוא הדין לגבי הטכנולוגיה המשמשת ללחימה. כבר האדם הקדמון עסק בפיתוח כלי נשק (תחילה ראשי חץ וסכינים מאבן, ואחר־כך חרבות וגרזנים ממתכות כמו ברזל). גם מי שלא מכיר את פועלו המדעי של ארכימדס, יודע שהוא רץ עירום ברחובות וצעק "אאורקה" ("מצאתי") כאשר גילה את חוק הציפה. מעטים יודעים כי ארכימדס התפרנס ממכירת שירותיו כמהנדס של טכנולוגיות צבאיות. מספרים כי במאה השלישית לפני הספירה הוא בנה למלך סיראקוז מערכת הגנה בפני חדירה ימית של אוניות רומאיות. המערכת התבססה על מראות ענקיות שהוצבו על החוף וריכזו את קרני השמש לאלומה, שכוונה לאוניות וגרמה להעלאת כלי השיט הרומאים באש. הפסוק הידוע, "תנו לי נקודת משען ואזיז את העולם", נאמר על־ידי לא אחר מאשר ארכימדס, בשעה שתכנן ובנה מנופים עבור בליסטראות.





ארכימדס מגן על העיר סיראקוז (סיציליה) במאה השלישית לפני הספירה / דימוי: ויקישיתוף

העיסוק בטכנולוגיה הקדים בכל התרבויות את העיסוק במדע. בסין, למשל, הייתה טכנולוגיה צבאית מפותחת מאוד כאשר אירופה המערבית עוד הייתה שקועה בחשכת ימי הביניים. הסינים המציאו את אבק השריפה כבר במאה התשיעית, והחלו להשתמש בו למטרות צבאיות במאה העשירית, הן עבור רובים פרימיטיביים והן לצורך הפעלת רקטות פרימיטיביות ופגזים מתנפצים שנורו בעזרת קטפולטות. להמצאת אבק השריפה הייתה השפעה מכרעת על שדות הקרב בסין, כאשר כבר בשנת 1260 הדפו הסינים את הפולשים ממדינות הצפון בעזרת נשק חם. הנשק החם הגיע לאירופה במאה ה־13 דרך סוחרים ערבים שסחרו עם סין.

סין של שושלת סונג במאה ה־12 הייתה הציוויליזציה המתקדמת ברחבי יבשת אירו־אסיה. די אם נזכיר את הדפוס, את הנייר, את אבק השריפה והמצפן – כל אלה המצאות סיניות שהתפשטו משם לשאר רחבי היבשת האירו־אסייתית. עד להמצאת המדע במאה ה־17, הפיתוח הטכנולוגי בזמן העתיק נעשה ללא מדע במובנו המקובל כיום וללא תיאוריות, בשיטה של ניסוי וטעייה (trial and error). כל זה השתנה מן היסוד עם המצאת המדע, ובעקבות זאת פרצה הטכנולוגיה באירופה המערבית קדימה והשאירה את שאר הציוויליזציות העתיקות הרחק מאחור.

טכנולוגיה ואמנות המלחמה הקלסית

לטכנולוגיה הייתה השפעה עצומה על אמנות המלחמה. כדאי להתחיל את הדיון במי שנחשב לאחד ממניחי היסוד הקלסיים לאמנות המלחמה המודרנית – הגנרל הפרוסי **קארל פון קלאוזביץ** (Carl von Clausewitz, 1780–1831), שחי בסוף תקופתו של פרידריך הגדול וצבר את מרבית ניסיונו הצבאי במלחמות נגד נפוליאון. 200 שנה חלפו מאז לידתו, ועדיין כתביו ועקרונות המלחמה שלו ממשיכים להפרות את המחשבה הצבאית עד ימינו, ומחקרו המונומנטלי ("**על המלחמה**" "Von Krieg"), על שמונת כרכיו, משמש גם היום מקור לא אכזב לרעיונות ולדיונים בענייני מלחמה.

קלאוזביץ חי בראשית תקופת המהפכה התעשייתית. המלחמות בימיו אופיינו בסטטיות בתחום אמצעי המלחמה, והשפעות המהפכה התעשייתית הורגשו רק לאחר מותו. כך, למשל, קו הרכבת הראשון באירופה (ליברפול– מנצ'סטר) נחנך בשנת 1830 (שנה לפני מותו של קלאוזביץ), ורק שנתיים אחר־כך (1832) הומצא הטלגרף על־ידי מורס. רק בשנת 1859 נעשה שימוש צבאי במנוע הקיטור

"התקיפה המדויקת יכולה ליצור מצב, שבו הצד השני יתקשה מאוד להניע כוחות משוריינים (דהיינו, לתמרן) בשדה הקרב. כל כלי שהוא יכניס למרחב הלחימה, יתגלה ויושמד. הצד הנחות עלול, לכן, לא להציב את כליו מול פני האויב וליצור 'שדה קרב ריק'. כדי למנוע אפשרות כזו יש צורך בהנעת כוחות קלסית ('תמרון'), שתאיים על הנכסים החיוניים של האויב ותאלץ אותו להתייצב בגלוי בשדה הקרב, כך שאפשר יהיה לנצל את היתרונות הטכנולוגיים של התקיפה המדויקת ולהשמיד את כוחותיו"

להובלת כוחות ברכבות (במלחמה בין צרפת לקיסרות האוסטרית), ורק בשנת 1866 הוחלפו הרובים נטעני־הלוע, שמשלו בזירת הקרב באירופה, ברובים נטעני־מכנס ("רובה המחט", שפותח על־ידי Dreyse ואשר הכריע את הכף לטובת הפרוסים במלחמות איחוד גרמניה). הרדיו הומצא בסוף המאה ה־19 (מרקוני, 1895).

הטכנולוגיות הדומיננטיות בשדה הקרב המודרני, המאפשרות הסעה המונית של כוחות ממקום למקום באמצעים ממוכנים, וכן תקשורת בין כוחות מרוחקים, לא הייתה קיימת בזמן שקלאוזביץ חיבר את ספרו. מסקנתו של קלאוזביץ מהקיפאון הטכנולוגי בימיו הייתה פשוטה:

"בימינו כה רב השוויון בין הצבאות בכל הנוגע לנשק, לציוד ולהכשרה, עד כי אין כל הבדל ניכר בין הטוב שבהם לבין הגרוע. מבחינה זו... אין עתה דבר מלבד רגילות למלחמה, שיש בכוחה להעניק לצבא אחד עדיפות ניכרת על פני צבא אחר. ככל שאנו מתקרבים למצב זה של שוויון בדברים אלה, כן הולך היחס המספרי ונעשה מכריע יותר".

משנקבעה העדיפות המספרית כגורם החשוב ביותר בקרב, ברור לקלאוזביץ כי "**אם אי־אפשר להשיג עדיפות מוחלטת, לא נותר אלא להגיע לעדיפות יחסית בנקודה המכרעת, באמצעות שימוש מיומן במה שיש**". מכאן נובעים, למעשה, כל שאר עקרונותיו: הבעיה המרכזית בניהול המלחמה היא איתור נקודת התורפה של היריב ("מרכז הכובד") וריכוז הכוח בנקודת ההכרעה. המפתח לכך הוא כינוס יעיל במרחב ובזמן: "**על־פי התכנית האסטרטגית נקבע מתי, היכן ובאילו כוחות יתנהל הקרב – והאמצעי היחיד לביצוע התכנית הוא המסע**". ומכאן נובעת תמצית תורת האסטרטגיה שלו:

"במלחמה כולה אין דבר שאפשר להשוותו, מבחינת חשיבותו, למערכה הראשית, וחוכמתה העליונה של האסטרטגיה מתבטאת בהספקת האמצעים למאורע גדול זה, בכשרון המתבטא בבחירת המקום והזמן ובקביעת כיווני ההתקפה, ובניצול ההצלחה על הצד הטוב ביותר".

בהיעדר הגורם הטכנולוגי, חוכמת האסטרטגיה של קלאוזביץ להשגת ניצחון התמצתה אפוא בריכוז מסה גדולה של כוח צבאי בנקודה הנכונה, בזמן הנכון, כדי להטילו לקרב המכריע שיפגע במרכז הכובד ויוציא את היריב משיווי משקלו. האמצעי העיקרי לניצחון בקרב הוא אפוא התמרון: שילוב של תנועה ואש.

מלחמות העולם במאה ה־20 שהוכרעו, בסופו של חשבון, על־ידי כושר הייצור התעשייתי של מכונות מלחמה (טנקים, מטוסים, אוניות, כלי רכב וכיוצא בזה), הגבירו מאוד את חשיבותו של הפיתוח הטכנולוגי הצבאי. כיום אנו מודדים את אורך החיים של מערכות נשק בעשר או בעשרים שנות פעילות לכל היותר. זו הסיבה לכך שההיסטוריון **מייקל הווארד** (Michael Howard), שחילק לתקופות את תולדות המלחמה באירופה החל מימי הביניים והעניק לכל אחת מהן שם (כמו "מלחמות האבירים", "מלחמות השכירים", "מלחמות המקצוענים" וכדומה), בחר לכנות את מלחמות הזמן החדש (מסוף מלחמת העולם הראשונה) בשם "**מלחמות המהנדסים**".

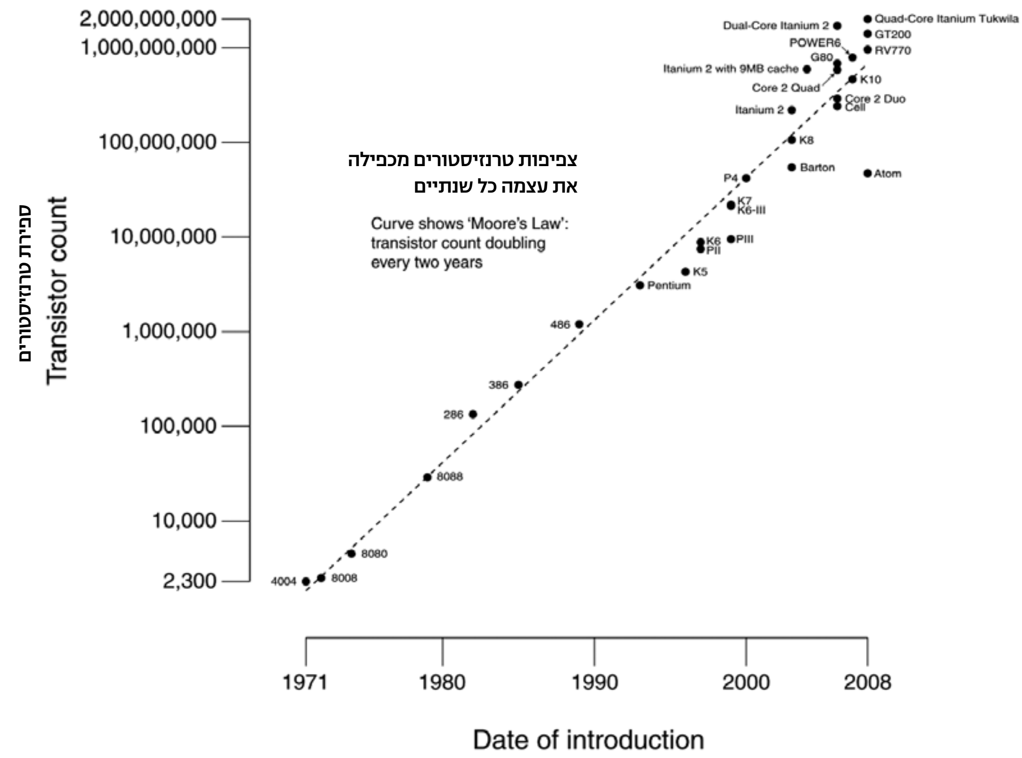
העידן המודרני: עלייתו של המחשב

המעבר מהגל השני (התעשייתי) לגל השלישי (גל המידע) נעשה בזכות מהפכת המחשוב. כפי שאירע עם טכנולוגיות רבות אחרות בתרבות האנושית, את המימון לפיתוח הטכנולוגיה של המחשב האלקטרוני סיפקו בעיקר ממשלות, שדאגו לצורכי הביטחון הלאומי שלהן. המחשב האלקטרוני הספרתי הראשון נבנה מייד אחרי מלחמת העולם השנייה עבור צבא ארה"ב. המצאת הטרנזיסטור בסוף שנות הארבעים הובילה להתפתחות מהירה של מחשבים, המתבססים על התקני מצב מוצק. זאת במיוחד אחרי המצאת השבב האלקטרוני (מערך של טרנזיסטורים על פרוסת סיליקון) בסוף שנות השישים. טכנולוגיות המזעור בסיליקון פותחו על־ידי גורמים שונים (שוב, בתחילת הדרך, בעיקר במימון תקציבי הביטחון) בקצב כה מהיר,

>>

צפיפות טרנזיסטורים בשנים 1971–2008 וחוק מור

CPU Transistor Counts 1971–2008 & Moore's Law



תרשים 1: חוק מור

עד שצפיפות הטרנזיסטורים על פרוסת סיליקון בגודל קבוע גדלה פי שניים כל שנה וחצי עד שנתיים, ומהירות החישוב גדלה בהתאם (הכפלה כל שלוש שנים). תופעה זו נקראת בשם חוק מור (על־שם גורדון מור, מייסד "אינטל", שניסח אותה לראשונה בשנת 1965), והיא מוצגת בתרשים 1.

פרוסות הסיליקון הנמצאות כיום בשוק הן בגודל של כשלושים ננומטר, כלומר, כ־300 אטומים. גודל כזה מאפשר לאחסן כמיליארד טרנזיסטורים על שבב אחד. יחד עם התקדמות המזעור קטנו מאוד הממדים הפיזיים של המחשב האלקטרוני, ובשלב מסוים (תחילת שנות השמונים) החלו להופיע המחשבים האישיים המצויים כיום בכל בית.

מהפכת הדיוק

כדי להבין את המהפכה המקבילה שהתרחשה בעולם המלחמה, נדון בפן אחד שלה: **מהפכת הדיוק**. זו מתבטאת בעיקר בפעילות הכוח האווירי. בשלושים השנים שעברו מאז נבנה המחשב האלקטרוני הראשון במטרה לעזור לצבא ארה"ב בחישובים בליסטיים לארטילריה, הלכו ממדי המחשב וקטנו, עד שניתן היה להכניסו למטוסי קרב (גם שם נחוצים חישובים בליסטיים שיעזרו לטייס לפגוע במטרה מהאוויר).

מטוסי הקרב הטובים ביותר בשנות השבעים המוקדמות, מטוסי הפאנטום (אף־4) האמריקניים, שנשאו על גבם את עולה של מלחמת וייטנאם (ואצלנו את מלחמת יום הכיפורים) היו מצוידים אמנם ב"מחשבי הפצצה", אך הללו היו למעשה מחשבים אנלוגיים (שפתרו משוואות באמצעות קבלים, סלילים ונגדים), ולא מחשבים דיגיטליים. הפרויקט הראשון בעולם להכנסת מחשב הפצצה דיגיטלי למטוס קרב היה יוזמה ישראלית דווקא. רק בסוף שנות השבעים החלו מחשבים דיגיטליים להיכנס למטוסי הקרב, ודיוקם עלה בהתאם. הסיכוי לפגוע במטרה קטנה (טנק, למשל) עם מטוסי האף–16, שבהם השתמשנו במלחמת של"ג (יוני 1982), היה גדול פי 7 מהסיכוי לפגוע עם מטוסי פאנטום! כעבור עשור נוסף ממדי המחשב קטנו כל־כך, עד שאפשר היה כבר להכניסו לכל פצצה. כך נולד עידן "החימוש החכם". מה שמסוגל לעשות כיום מטוס עם

חימוש מונחה מדויק בתקיפת מטרת נקודה דוגמת טנק, שקול למה שיכלו לעשות 15 מטוסים לפני 20 שנה או 60 מטוסים לפני 30 שנה. למהפכה הטכנולוגית הזו יש השפעה מכרעת על תורת הלחימה. הטבלה הבאה (טבלה מס' 3) מדגימה את משמעותה של מהפכת הדיוק על ציר הזמן:

	מלחמת יום הכיפורים (1973)	מלחמת של"ג (1982)	המלחמה בעיראק (2003)
מערכת הנשק	רק לחלק מהמטוסים היו מחשבי הפצצה (אנלוגיים)	כל המטוסים עם מחשבי הפצצה דיגיטליים (מעט חימוש מדויק)	רוב החימוש מדויק
דיוק ממוצע	30–25 מטר	12 מטר	4–3 מטר
הסיכוי לפגיעה בטנק	1%–2%	7%	100%
יחס יעילות הכוח	1:60	1:15	1

טבלה מס' 3: החימוש המונחה כמכפיל כוח

ההשתכללות העצומה בכושר הדיוק הובילה לכך, שהצבאות המודרניים החלו להשתמש יותר ויותר בנשק חכם, ופחות ופחות בפצצות "טיפשות". אמנם האחרונות זולות יותר, אך הסכום הנחסך בכמות הגיחות הדרושות עולה עשרות מונים על עלות הפצצות. הנתונים בטור האחרון בטבלה מס' 4 מדברים בעד עצמם:

	מס' מטוסי קרב (ארה"ב ובעלות בריתה)	משך המלחמה (ימים)	מס' גיחות	מס' פצצות	אחוז חימוש מדויק
מלחמת המפרץ (1991)	1,850	43	120,000	265,000	8%
קוסובו (1999)	1,000	78	38,000	23,000	35%
אפגניסטאן (2001)	500 30 מפציצים	60	29,000	22,000	56%
המלחמה נגד עיראק (2003)	730 40 מפציצים	20 לכיבוש בגדאד 30 סה"כ	36,000	29,200	68%

טבלה מס' 4: מלחמות ארה"ב בשנים 1991–2003

מאמצע שנות השבעים ועד לאמצע שנות התשעים אפשר למנות רק שלוש מדינות שהשקיעו את עיקר מאמציהן במטרה להגיע לחימוש חכם ומדויק בעל כושר פגיעה נקודתי: ישראל, ארה"ב וצרפת. לא יהיה זה מוגזם לטעון, כי נותנת הטון העיקרי הייתה דווקא ישראל.

"מהפכה בענייני צבא"

עליית משקלו של החימוש החכם הובילה את הצבא האמריקאי, במיוחד אחרי מלחמת המפרץ הראשונה (1991), לפיתוח תפיסה חדשה ומהפכנית של לחימה. במוקד עומדת ההבחנה האמריקאית, לפיה בעקבות התמוטטות בריה"מ אין לארה"ב תחרות בתחום הטכנולוגיה הצבאית. המלחמות העתידיות אינן צפויות להיות מול יריבה שוות כוח (כמו בריה"מ), אלא אסימטריות – דהיינו, מול מדינות העולם השלישי או מול ארגוני טרור למיניהם. בשני המקרים מדובר בעדיפות טכנולוגית מוחלטת של ארה"ב, עד כדי כך שניתן לבסס עליה תורת לחימה חדשה.

ארה"ב הגיעה למלחמת המפרץ הראשונה עם תורת לחימה שהתבססה על זו שפותחה על־ידי ישראל ויושמה במלחמת יום כיפור. תורה זו נקראת בשפה מקצועית **קרב אוויר־קרקע משולב** (Air-Land Battle). אחרי 1991 פותחה במרץ תורה חדשה למלחמה אסימטרית (במובן הטכנולוגי), וזו נקראה **"מהפכה בענייני צבא"** (Revolution in Military Affairs), או בקצרה – RMA (ראו איור מס' 5).

התורה החדשה עומדת על ארבעה **יסודות: 1) תקיפה מדויקת; 2) חלל; 3) שליטה בתמרון; 4) לוחמת מידע.**

המונח **תקיפה מדויקת** מתייחס לחימוש מונחה, המסוגל לפגוע במטרות נקודה בדיוק שהוא מסדר גודל של מטר ומטה. חימוש כזה מאפשר מהפכה בכוח הלוחם (במיוחד האווירי). לא עוד הפצצות שטח המבוססות על ריבוי פצצות כבדות המוטלות מלהקי מפציצים, אלא פצצות בודדות, שכל אחת מנווטת למטרתה ומשמידה אותה בוודאות גבוהה. מכיוון שמדובר בפצצות המשוגרות מנגד – כלומר, מחוץ לטווח האש הנגדית – אפשר להשמיד כך כוחות אויב עם מספר נפגעים נמוך להפליא. השחיקה הצפויה למשתמש בתפיסה זו היא אפוא קטנה, בעוד ששחיקת הכוח הנגדי היא גדולה. התוצאה המצטברת של שני אלה מביאה ליחסי שחיקה שונים לגמרי ממה שהוכר במלחמות העבר.

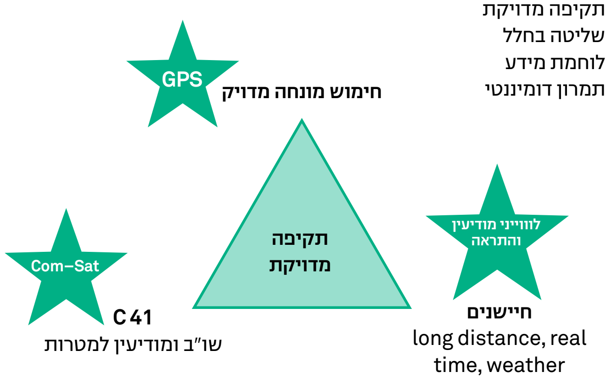
אבל אליה וקוץ בה. העובדה שהחימוש מוטל מנגד, פירושה שאין בדרך־כלל קו ראייה בין משגר החימוש והמטרה. לפיכך נוצר צורך באמצעי מודיעין הפועלים בזמן אמיתי – דהיינו, סנסורים מודיעיניים שיספקו מודיעין מטרות מעודכן למטיל החימוש הנמצא רחוק מהמטרה. את הסנסור המודיעיני יש לחבר ליחידת האש באמצעות מערכת שליטה ובקרה (שו"ב) ממוחשבת, שתוכל לשנע את המידע הרלוונטי בזמן הנדרש.

תקיפה מדויקת היא אפוא קונצפט שלו שלוש רגליים: 1) חימוש חכם; 2) מודיעין מטרות בזמן אמיתי; 3) מערכת שו"ב המחברת את החימוש המתאים למטרה הנכונה בזמן הנכון. שוב, כמו לפני 1991, הרעיונות הללו פותחו בעיקר בחיל האוויר הישראלי (למעשה,

>>

זו התפיסה שעמדה מאחורי ההצלחה הפנומנלית נגד מערך טילי הקרקע־אוויר הסוריים בבקעת הלבנון ב־1982), ואומצו על־ידי האמריקאים מאוחר יותר.

איור מס' 5: מהפכה בעניינים צבאיים:
- תקיפה מדויקת
- שליטה בחלל
- לוחמת מידע
- תמרון דומיננטי



נקודת מפתח למימוש התפיסה דלעיל היא אפוא תמונת מודיעין טובה של מטרות האויב. את הבסיס לתמונה כזו יכולים לספק לווייני מודיעין, ולשם כך יש צורך לשלוט **בחלל**. שליטה כזו מאפשרת לא רק מודיעין, אלא גם תקשורת שאינה מוגבלת בטווח (לווייני תקשורת), ניווט מדויק (לווייני GPS), התראה על שיגורי טילים, שליטה במדיה הטלוויזיונית וחיזוי מזג האוויר. במילים אחרות, השליטה בחלל מתבטאת בכל שלוש הרגליים של רעיון "התקיפה המדויקת".

ראינו כבר שמודיעין מטרות אמין הוא אחד התנאים ההכרחיים להצלחת התפיסה. זהו מקרה פרטי של עיקרון כולל יותר, שבו המידע הופך לנכס אסטרטגי: הצד השולט במידע (דהיינו, זה שיכול להשיג מידע על היריב ולמנוע התגלות מידע המתייחס לעצמו) יהיה בעל יתרון משמעותי בשדה הקרב המודרני.

לפי התפיסה האמריקאית החדשה, היסוד השלישי – **לוחמת מידע** – מתייחס למספר היבטים שונים: לוחמת מחשבים (שהם האמצעי הטכנולוגי העיקרי לאחסון ולשינוע מידע), לוחמה אלקטרונית (בעיקר נגד מערכות קשר ותקשורת), לוחמה פסיכולוגית וטיפול במדיה (החל בתדרוך עיתונאים, דרך שיבוץ עיתונאים בכוחות הלוחמים, וכלה במניפולציה במידע המשוחרר לציבור). אין לזלזל במשקלו של הגורם האחרון. הטכנולוגיה של התקשורת המודרנית (טלוויזיה בשידור ישיר, טלפונים סלולריים המצוידים במצלמות וכו') יוצרת בעיות שלא נתקלנו בהן בעבר: היא מביאה במהירות מידע משדה הקרב לכל בית ומשפיעה על יחס הציבור למלחמה. הדימוי הנקבע בתקשורת ובתודעת ההמון קובע את תוצאות המלחמה לפעמים לא פחות מאשר התוצאות בשדה הקרב.

חשיבות המידע בכלל, והמידע בזמן אמיתי בפרט, היא הסיבה לכך שישראל הייתה הראשונה להכניס לשימוש מסיבי מזל"טים. מדובר בכלי טיס לא מאוישים, נושאי מצלמות, שמסוגלים לטוס מעל אזור המטרה ולהעביר את תמונת המטרות בשדה הקרב, בזמן אמיתי, לצרכן המבצעי. חשוב לציין כי לטכנולוגיה שאפשרה את הכנסת כלי הטיס הבלתי מאוישים לשדה הקרב, קשר הדוק לטכנולוגיית המזעור של המחשבים: ככל שאלו נעשו קטנים יותר, כן היה קל יותר להכניס לכלי טיס קטנים ולשפר את ביצועיהם (ראו תרשים מס' 6).

היסוד הרביעי שעליו עומדת תפיסת ה־RMA הוא **שליטה בתמרון**. השליטה באש באמצעות **התקיפה המדויקת** יכולה ליצור מצב, שבו הצד השני יתקשה מאוד להניע כוחות משוריינים (דהיינו, לתמרן) בשדה הקרב. כל כלי שהוא יכניס למרחב הלחימה, יתגלה ויושמד. הצד הנחות עלול, לכן, לא להציב את כליו מול פני האויב וליצור "שדה קרב ריק". כדי למנוע אפשרות כזו יש צורך בהנעת כוחות קלסית ("תמרון"), שתאיים על הנכסים החיוניים של האויב ותאלץ אותו להתייצב בגלוי בשדה הקרב, כך שאפשר יהיה לנצל את היתרונות הטכנולוגיים של התקיפה המדויקת ולהשמיד את כוחותיו.

הכרעה באש במקום הכרעה בתמרון

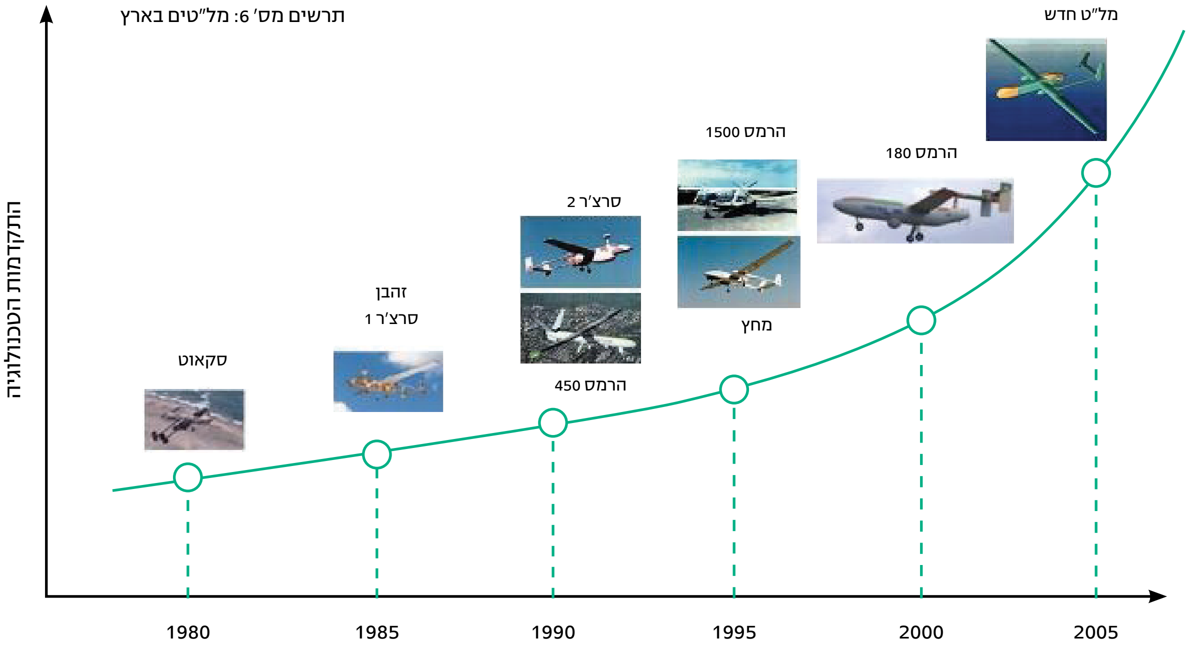
חשוב להבין את קו השבר העובר בין תפיסת הלחימה הקלסית לבין ה־RMA: תפיסת הלחימה הקלסית מתבססת על הכרעה באמצעות תמרון, בעוד שהתפיסה החדשה מתבססת על הכרעה באש – דהיינו, באמצעות השמדה מנגד, בקצב גבוה, של מטרות נקודה.

אמנם גם התמרון הקלסי משתמש באש, אולם כאן האש משמשת לסיוע: היא נועדה להקל על המהלך העיקרי – התמרון (המתבטא באיגוף, כיבוש שטח וכדומה). בתפיסת ה־RMA משוחררת האש מתפקידה כמסייעת לתמרון והופכת לאמצעי המשמש להכרעה באופן ישיר, על־ידי השמדת כלי המלחמה של האויב. יש להבחין הבחנה ברורה בין אש כסיוע לתמרון ואש שמטרתה הכרעה.

כך, למשל, במלחמה האחרונה של ארה"ב לכיבוש עיראק (2003) התהפכו היוצרות: התקיפה באש מדויקת הייתה המרכיב העיקרי בהכרעת הצבא העיראקי. התמרון מילא תפקיד של סיוע לאש: התנועה המהירה של הכוחות האמריקאיים לכיוון בגדאד לא אפשרה לעיראקים להתרכז בהתחפרות, הסתרה והישרדות, וחייבה אותם להניע כוחות להגנת הבירה, ואלה נחשפו, אגב תנועתם, לתקיפה מהאוויר.



מטוסי קרב מעל עיראק, 2003 / ויקישיתוף



מבט לעתיד: 1) טכנולוגיה

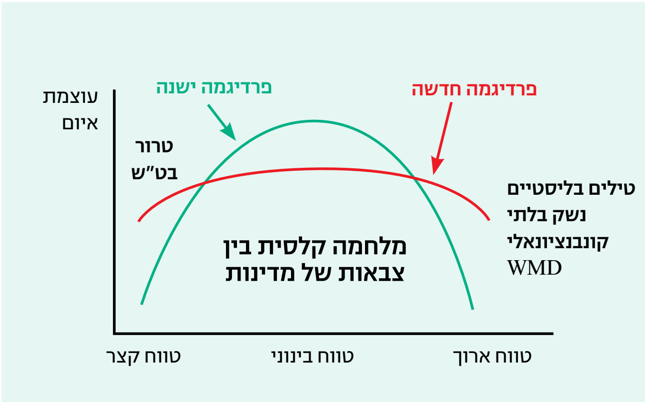
תיארנו לעיל את תפקידה ההיסטורי של הטכנולוגיה בתורת המלחמה מאז ומעולם, ואת ההתפתחויות והשינויים שחלו במרכיב זה בעת האחרונה. שמנו את הדגש על השינויים התפיסתיים שנכנסו לתורת המלחמה בעקבות התפתחות טכנולוגיית המחשב הדיגיטלי. טכנולוגיות המחשוב הולכות ומשתכללות בקצב שנקבע, כאמור, על־ידי חוק מור, והשאלה הראשונה שצריך לשאול בקשר לעתיד היא, עד מתי אפשר יהיה להגדיל את כוח המחשוב לפי חוק זה. כלומר, עד מתי אפשר יהיה להמשיך ולחצות את עובי פרוסות הסיליקון.

כבר היום העובי הוא בגודל של כשלוש־מאות אטומים, וברור כי תוך עשר־עשרים שנה לכל היותר נגיע לגבול, שבו עובי הפרוסות לא יעלה על אטומים בודדים. ככל הנראה, היכולת לחצות את הפרוסות תיעצר. הפיזיקה הקלסית לפיה מתכננים המהנדסים את ייצור הפרוסות תפסיק אז להיות תקפה, ויהיה צורך להשתמש בפיזיקה המתאימה לתיאור האטומים – דהיינו, בתורת הקוונטים. בעולם האטומי שולט עקרון אי־הוודאות, והאלקטרון יכול להימצא במספר מצבים בו־זמנית (מה שמכונה בשם "סופרפוזיציה"). זה מאפשר, תיאורטית, בניית מחשבים קוונטיים, שיהיו שונים לחלוטין מהמחשבים הקלסיים.

העבודה על מחשבים קוונטיים החלה, לכן (שוב, בדרך־כלל במעבדות הביטחון של המדינות המובילות), לפני כעשר־עשרים שנים. קיימים היום כבר מחשבים קוונטיים הפועלים במעבדות, אולם הם רחוקים עדיין מיישום מעשי: המחשבים הקיימים כיום גדולים מדי פיזית (זה לא "מדאיג" אם ניזכר בגודלם של המחשבים הדיגיטליים הראשונים), מחייבים השקעה עצומה באנרגיה לקירור (מרביתם פועלים בטמפרטורות הקרובות לאפס המוחלט), והם מסוגלים לטפל במספרים עם מספר ביטים קטן ביותר. בניגוד למחשב קלסי המשתמש בביטים (bit) שיכולים להכיל ספרה דיגיטלית (1 או 0) אחת, המחשבים הקוונטיים משתמשים בביטים קוונטיים הנקראים קיוביט (qbit), שמכילים בו־זמנית את שתי הספרות ביחד ("סופרפוזיציה").

המחשבים הקוונטיים המגושמים הקיימים כיום מכילים כ־10 רגיסטרים (תאי זיכרון) בלבד. כאשר נגיע ל־50 רגיסטרים (וזה צפוי בעשר־עשרים השנים הקרובות), יהיו המחשבים הללו מהירים פי אלף מיליארד מהמחשבים הקיימים כיום! קשה לשער את המהפכה שטכנולוגיה זו תכניס בכל תחומי חיינו, ובתחום המלחמה במיוחד.

"במלחמות העבר ניצח מי שהשכיל להעמיד צבא גדול וחזק יותר, ומי שידע לגייס לעזרתו ולטפח את הגורמים המנטליים של גיסותיו (רוח קרב, מוטיבציה, אומץ לב). מבלי להפחית בערכם של גורמים שהשפיעו בעבר, וישפיעו גם בעתיד, על סיכויי הניצחון במלחמה, הרי בעוד שמלחמות העבר נשענו על כוח הזרוע, ומלחמות ההווה נשענות על כוח המכונות, מלחמות העתיד יישענו יותר ויותר על כוח המוח"



תרשים מס' 7: שינוי פרדיגמטי באופי המלחמה

מבט לעתיד: 2) אופי העימות

מהפכת ה־RMA נועדה לנצל את העליונות הטכנולוגית האמריקאית במלחמה נגד צבאות נחותים מבחינה טכנולוגית. דא עקא שהעליונות הטכנולוגית היא כה גדולה, שאויבי המערב אינם חושבים אפילו להתחרות בארה"ב ובבעלות בריתה (וישראל בכללן) במישור זה.

העליונות הטכנולוגית המערבית היא קצהו של קרחון, שתחילתו בהשתחררות מכבלי הדת (הרפורמציה), המשכו במהפכה המדעית ושיאו (בינתיים) במהפכת המידע של ימינו. כל זה מתבטא ברעיון **החברה הפתוחה**, המאפשרת לערער על הסדר הישן ולבדוק באופן רציונלי רעיונות חדשים. כדי שהעולם השלישי יוכל להתחרות בטכנולוגיה המערבית, אין זה מספיק שהוא ירכוש אותה בכסף (במקרה זה הוא יהיה תמיד בפיגור); עליו לשנות תחילה מן היסוד את אופי החברה שלו. שינוי כזה נראה רחוק מאוד ממימוש בזמן הקרוב.

אויבי המערב בעולם, השואפים לשמר את הסדר הישן בעולמם, מחפשים אפוא דרכים אחרות להתמודד עם העליונות הטכנולוגית המערבית. דרך קלסית אחת, הידועה מאז ומעולם, היא דרך המלחמה העממית – דהיינו, התנגדות בשיטות של גרילה, טרור וכיוצא בזה. התבוננות, אפילו שטחית, במלחמה המתחוללת כיום בין המערב לחלקים נרחבים בעולם המוסלמי (החל בזו המתחוללת בעיראק, דרך אפגניסטאן, העימות עם איראן וכלה בטרור הגלובלי נוסח אל־קאעידה), מגלה שהיא נושאת אופי כזה. שכיחות המלחמות בקנה מידה מלא, בין צבאות של מדינות, הולכת אפוא ופוחתת, ואת מקומן תופסת מלחמה נגד "ארגונים" למיניהם. חוקי הלחימה ומוסר המלחמה המקובלים כיום, הם תוצר של ניסיון בן מאות שנים של מלחמות בין צבאות. הם אינם מתאימים לעידן שבו אחד היריבים אינו לובש מדים, שההבחנה בין "חיילים" ל"אזרחים" אינה ברורה, ושהכוח הפועל נגדך אינו קשור באופן הדוק לטריטוריה מוגדרת. זו אחת הבעיות הדורשות פתרון דחוף במלחמה שמנהל המערב נגד הטרור הגלובלי. הבעיה המרכזית הניצבת בפני המערב במערכה מסוג זה, היא חוקי הלחימה ומוסר המלחמה המפריד בין אזרחים ללוחמים.

דרך שנייה, וחדשה יחסית, הפתוחה בפני הצד הנחות טכנולוגית, היא ניצול היכולת לירי תלול מסלול, במיוחד לטווחים רחוקים (המקנים ליורה הרגשת חסינות יחסית בגלל שהוא יכול להיעלם לפני שמישהו יגיע אליו בתגובה לירי). דוגמאות לכך הן המאמץ לפתח טילים בצפון קוריאה, איראן וסוריה, והשימוש שעושים בטילים ארגונים סמי־מדינתיים כמו חיזבאללה וחמאס.

המערב כולו, וישראל בכלל זה, נמצא אפוא בפני שינוי פרדיגמטי (המודגם בתרשים מס' 7): לא עוד הסתפקות בבניין כוח לאפשרות של מלחמה המתבצעת בדרך־כלל על הגבול בין צבאות, אלא מתן מענה למלחמה המתבצעת קרוב מאוד לבית (טרור) או, לחלופין, רחוק מאוד מהבית (באמצעות טילי קרקע־קרקע, כולל ההקשר הבלתי קונבנציונלי). שינוי פרדיגמטי זה מהווה את האתגר המחשבתי העיקרי להגות הצבאית כיום. ■

שיחה עם פרופ' אבישי מרגלית

על פשרות ופשרות רקובות

בני אדם נבחנים בפשרות שהם עושים ולא בעקרונות שעליהם הם מצהירים, טוען פרופ' אבישי מרגלית בספרו החדש – "פשרה ופשרות רקובות". כשברקע הקצנה דתית ולאומית וכל פשרה מסתמנת כחולשה, הוא מחזיר אותנו למתח שבין צדק לשלום ומציע להגדיר מחדש עם מה אנו מוכנים לחיות (ועם מה לא)

■ מילים הורגות.
ההבנה שרעיונות, אמונות ואידיאולוגיות יכולים להביא להרס ולמוות, איננה חדשה. אם לפני אלפי שנים בני האדם נלחמו זה בזה במקלות ובאבנים בגלל אדמה, מרעה ומזון, הרי שבעידן המכונה "תרבותי", הם נלחמים זה בזה בפצצות אטום, בגלל רעיונות ואמונות בעיקר. אנשים מוכנים למות בעבור רעיונות, ולעתים הם אף רואים במוות כזה מטרה שיש לשאוף אליה. הם מקדשים בגופם רעיון שערכו גדול מהחיים.

פילוסופים מייצרים רעיונות. בדרך־כלל מאחורי הקלעים, רחוק מאמצעי התקשורת – באוניברסיטאות, במרכזי תרבות, בספרים שרק מעטים קוראים, ובשפה שלא כולם מבינים. פילוסופים מייצרים רעיונות שבשלב כזה או אחר פוליטיקאים, בעזרת מילים יפות, הופכים לכלי מלחמה.

פילוסופים מתרחקים מפוליטיקה כמו מאש. הם מעדיפים להציע תיאוריות מופשטות ורעיונות, שאיש אינו מבין את הרלוונטיות שלהם למציאות, או לעסוק בשאלות תיאורטיות, כמו "האם העולם אמיתי", "האם ניתן להגדיר יופי", "מהו טוב", "מה הטעם בחיים". התדמית המרוחקת הזו אהובה על הפילוסופים והוגי הדעות, והם אינם מנסים להילחם בה או לשנותה.

פרופ' אבישי מרגלית, מבכירי הפילוסופים הפעילים היום בישראל, הוא אדם פוליטי בכל רמ"ח אבריו. בהגדרתו כאדם פוליטי אין הכוונה לעסקנות פוליטית, אלא דווקא לעבודתו הפילוסופית, המתמקדת בפוליטיקה במובנה הרחב ומנסה לקשור בין הרעיונות המופשטים לבין מציאות פוליטית־חברתית ומוסרית. בספרו האחרון, "**על פשרה ופשרות רקובות**", הוא עוסק במושג ה"פשרה", הנכונות לוויתור. הספר מהווה המשך ישיר לדיון המעמיק בדת, באידיאולוגיה, בהגינות, בהשפלה ובכבוד האדם – נושאים בהם עסק בספריו הקודמים. מושג הפשרה עניין את מרגלית לנוכח המציאות הפוליטית המסתבכת וההתמודדות הקשה עם חברות מסתגרות ואלימות בכלל, ועם בני אדם הנוטים להקצנה ערכית בפרט.

נדמה לי שאי־אפשר לדבר על פשרה בלי לדבר תחילה על רציונליות. בני אדם אי־רציונליים אינם נזקקים לפשרות כדי לפתור בעיות. אין להם היגיון המאפשר להם לשקול בין אלטרנטיבות. הם פועלים במישור שונה לחלוטין מהמישור שבו מתרחשות פשרות.

אין מובן אחד לרציונליות. קיימת הרציונליות המוחלטת שהכלכלנים עוסקים בה. היא רואה את המטרה בהשגת תועלת מקסימלית ושואלת, איך תשיג לעצמך את מרב הרווח. יש רציונליות חלקית, שעניינה הוא השגת תוצאה סבירה. לא בהכרח את המקסימום – אבל משהו מספק.

אלה שני מושגי "על" של רציונליות. לעומתם, יש מושגי "תחתית". האחד בא להגדיר את האדם הרציונלי כ"לא מטורף"; כמי שבהתנהגותו יש היגיון פנימי ועקביות. השני בא להבחין בין בני אדם היכולים לנמק את פעולותיהם ולהסבירן, לבין בעלי חיים הפועלים מתוך סיבות חיצוניות, ולא משיקולים מנומקים. כל מושגי הרציונליות שהזכרתי מחייבים אדם הפועל מתוך מחשבה ותכנון.

<<



הפשרה הרקובה מכולן. היטלר וצ׳יימברלין, 1939 / דימוי: אימג׳בנק



"אינני מאמין גדול באופיים של בני אדם. כלומר, אינני מאמין שהם ניחנים בתכונות אופי קבועות ויציבות במצבים משתנים. אדם יכול להיות אמיץ בקרב ופחדן בפוליטיקה. אני מאמין שמה שמכונן את התנהגותנו במידה רבה הם המצבים שאיתם אנו מתמודדים, ולא תכונות אופי. אשכול הכריע יותר הכרעות בחייו ממה שדיין הכריע. כל הסיפור על אשכול הלא־החלטי הוא אגדה. יחד עם זאת, אשכול העריך פשרה ככוח ולא כחולשה"

פרופ' אבישי מרגלית

<< **מקס ובר** ניסח שני סוגים של רציונליות מזווית אחרת: אחת של מטרות, והשנייה של אמצעים. רציונליות של אמצעים פירושה התאמת האמצעים למטרה. אם אתה רוצה, למשל, להשתלט על המשט הטורקי – אתה חייב להיערך באופן הולם לקראת הפעולה ולהכין את כל האמצעים להשגת המטרה.

רציונליות של מטרות עוסקת בשאלות, האם המטרות שהצבנו לעצמנו הן ראויות, האם הן מנומקות והאם הן הגיוניות. היא מציגה מראש את השאלה העקרונית, האם צריך בכלל להשתלט על המשט הטורקי. מה שמאפיין את התפיסה המודרנית של המושג הוא ויתור על העיסוק במטרות. היום עוסקים בעיקר בהתאמת האמצעים למטרות, והרבה פחות בשאלה, האם המטרות ראויות, או מדוע בחרנו דווקא במטרות אלה. ההנחה היא, שבעניין קביעת המטרות אין לנו באמת יכולת להגיד דבר רציונלי.

ישעיהו ליבוביץ', בדרכו הדרמטית, נהג להבליט את הניגוד בין ראש ממשלת יפן במלחמת העולם השנייה, הגנרל **הידקי טוג'ו**, שאמר כי מטרת האדם היא להקריב את עצמו במלחמה למען הקיסר, לבין אישתו של נשיא ארה"ב באותה תקופה, **אלינור רוזוולט**, שאמרה כי מטרתה של המלחמה הזו היא לתת כוס חלב לכל ילד. ליבוביץ' טען כי בין שתי המטרות הללו אין אפשרות להכרעה רציונלית, ואילו מקס ובר היה אומר, שכוס החלב היא מטרה יותר רציונלית (בין היתר, בשל היותה מטרה אוניברסלית). אני אומר שהטענה של אלינור רוזוולט יותר רציונלית, כי היא מתלכדת טוב יותר עם שאר אמונותינו על העולם.

התרבות המערבית שאפה להגיע אל האמת והאמינה שאפשר להגיע אליה באמצעות התבונה. כדי להגיע אל האמת התרבות המערבית חיפשה מתודה יעילה, כלי שמסוגל להסביר לנו את העולם כפי שהוא באמת. תנועת ההשכלה האמינה שאפשר – באמצעות המדע – להגיע אל האמת. במשך זמן רב נדמה היה שהמדע הוא כלי יעיל, ושאכן ניתן להגיע באמצעותו אל האמת. הטענה הייתה כזו: מנין לנו שהתיאוריה המדעית אמיתית? כי היא מצליחה. למה היא מצליחה?

כי היא מתארת את הדברים בדרך אמיתית.
בהמשך נדון במהותן של פשרות ובדרכי קבלתן. אי־אפשר לנתח פשרות בלי להניח רציונליות. אני סבור שיש לבחון את הרציונליות של פשרה הן על־פי בחירת המטרות והן על־פי התאמת האמצעים למטרות.

אמרת שבעידן המודרני הפסקנו לדון בטיב המטרות, שאנו עוסקים רק ברציונליות של האמצעים. המאה העשרים אופיינה במאבק אדיר בין מטרות. זו הייתה (לפחות עד השליש האחרון שלה) מאה של אידיאולוגיות גדולות. האם מות האידיאולוגיות קשור גם לאובדן הרציונליות של המטרות?

המילה "אידיאולוגיה" הופיעה בצרפת בתקופת נפוליאון. הרעיון היה שמושגים מופשטים, כמו מדינה, מולדת, שוויון או חירות, צריכים להיות מפורקים למרכיביהם הפשוטים ביותר, ואלה נקראו "אידיאות". נפוליאון בז לאידיאולוגים האלה וליומרתם. הוא הפך את המושג "אידיאולוגיה" לדבר נלעג.

מארקס ראה באידיאולוגיה אוסף של אמונות ודעות, שתכליתן לשמור על המערכת השלטת. בעיניו, אידיאולוגיה היא כלי לשימור מצב העניינים הקיים על־ידי יצירת תחושה שזהו מצב הטבע, ובשל כך אין אפשרות לשנות אותו, כפי שמצב הכוכבים בשמים אינו ניתן לשינוי, למשל. לפי מארקס, התפקיד הפוליטי של הפילוסופיה הביקורתית הוא להסיר את המסווה מעל כל אידיאולוגיה; להצביע על כך שמה שמוצג כמצב טבעי שאינו ניתן לשינוי הוא תופעה חברתית, וככזו, היא ניתנת לשינוי. פילוסופיה ביקורתית צריכה להצביע ולחשוף את אלה שהאידיאולוגיה השלטת משרתת אותם.

יש, כמובן, את המושג הניטרלי של אידיאולוגיה – מארג כולל של אמונות ודעות, שמיתרגם לתכנית פעולה חברתית ופוליטית. אידיאולוגיות גדולות המתיימרות להציע פתרון כולל, התגבשו בתחילת המאה העשרים לכדי מצעי פעולה לכוחות פוליטיים ולמדינות. באמצע המאה גרמניה הנאצית ואיטליה הפשיסטית הפסידו במלחמה, ומאוחר יותר ברית־המועצות התפרקה. במקביל לקריסת האידיאולוגיות החלה להתגבש ביקורת פילוסופית וחברתית חריפה על אידיאולוגיה במובנה הטוטלי. טענו נגדה שהיא מציגה יומרה מגלומנית לספר סיפור – על החברה כולה ועל ההיסטוריה האנושית – בלי לשים לב שכל חברה היא פסיפס של סיפורים קטנים ומורכבים. סופה של המאה העשרים התאפיין בעימות רעיוני, שהביא לסוג של ייאוש מהנרטיב הגדול, מהסברים כמו־דתיים שהציעו פתרון כולל. תפקיד מרכזי בוויתור על האידיאולוגיות הגדולות יש לאותו הלך מחשבה המכונה פוסט מודרניזם.

הפוסט מודרניזם ערער בו־זמנית על שלוש הנחות יסוד, שעמדו במרכז הרעיון האידיאולוגי והושתתו בעיקר על רוח תנועת ההשכלה. ההנחות הן שהמדע מייצג מחקר אובייקטיבי של האמת, שיש מוסר אוניברסלי, ושהאמנות (האסתטיקה) אוטונומית וניתנת לשיפוט הירכי, שניתן להבדיל בין אמנות גבוהה לנמוכה. הפוסט מודרניזם ערער על כל אלה.

במונחים יהודיים, הפוסט מודרניזם שקול לטענה שאין פשט והכול דרש. כלומר, מביקורת המציאות עברו הפוסט מודרניסטים לדבר על ביקורות השיח על המציאות, וזאת מהסיבה שאין מציאות אובייקטיבית, אלא רק אופני ייצוג כאלה ואחרים המתיימרים לדבר על המציאות.

אתה מקבל תפיסות פוסט מודרניות אלו?

אני, אישית, מאמין באובייקטיביות של המדע, באוניברסליות של המוסר ובאוטונומיה של האמנות. אך בניגוד לרבים מחברי לדעה, אין אני חש תיעוב עמוק לפוסט מודרניזם. אני סבור שחלק מהפילוסופים הפוסט מודרנים, בעיקר פוקו, העלו השגות רציניות ביותר, הדורשות מחשבה והתייחסות רצינית במקום תיעוב.

ישעיהו ברלין אומר בספרו "ארבע מסות על חירות", שאם אנו משוכנעים ללא כל ספק שהאמת המוחלטת נמצאת בידינו, אין שום היגיון שלא לכפות אותה על האחרים – הטועים. רק הטלת ספק מתמדת באמת שלך מצדיקה סובלנות כלפי האחרים והתפשרות עם אמונותיהם. אם אתה יודע את האמת, למה להשאיר את האחרים בחשכה?

אני לא מקבל את האמירה הזו. אני חסיד גדול של סובלנות, אך לא מתוך ספקנות, אלא מתוך הכרה עמוקה שסובלנות דורשת דרישה קשה, אך מוצדקת, לסבול טעויות של אחרים מתוך **כיבוד הריבונות שלהם,** ולא מתוך הכרה שאולי הם צודקים ואני טועה. אני, כמובן, יכול לטעות, אך זה כשלעצמו אינו נימוק בעיני בעד סובלנות. הנימוק שלי הוא זכותם המלאה של אחרים לטעות.

הסובלנות הפכה למושג מתקתק שכולם בעדו. להתנגד לסובלנות זה כמו להתנגד לאימהות. איזה אדם תרבותי יטען נגד סובלנות? זו התנהגות כל־כך חיובית ולכאורה, לא דורשת שום מאמץ. אנשים לא מבינים שסובלנות מכילה קושי עצום. ילדך עומד לשאת אישה, וכל ניסיונך בחיים אומר לך שהיא האישה הלא נכונה עבורו. אתה משוכנע שהנישואין האלה עומדים להיות כישלון, שיותיר בשברון לב את כל המעורבים. אבל זו הכרעתו של בנך, ועליך לקבל את ההכרעה האוטונומית שלו. זה לא פשוט.

לכבד את הריבונות של האחר פירושו לכבד את יכולתו לטעות. אין הכוונה לכך שאתה מניח לו להתבוסס בטעותו, אלא שאתה מכבד את האוטונומיה שלו להחליט. האמת אינה מעניינת בהקשר זה. להפך. הטעות מעניינת הרבה יותר.

>>

<< אנשים האמינו שהאמת היא כמו שמן הצף על פני המים, ושבני אדם אינם יכולים שלא לזהותה. ובכל זאת, אנו חוזרים וטועים כל הזמן. למה אנו טועים?

מאז אפלטון, פילוסופים שאלו בדיוק את השאלה הזאת. למה אנו טועים? איזה מנגנון אצלנו אחראי על הטעויות שאנו עושים? היו לכך שתי תשובות עקרוניות. הראשונה הסבירה שמנגנונים לא הכרתיים מתערבים ומשבשים את היכולת שלנו להכיר את המציאות. אלה הם מנגנונים "מוטיבציוניים", רגשות למשל. דקארט תלה ברצון שלנו את המקור לטעויות שאנו עושים.

בניסוי שנעשה, אנשים רעבים ואנשים שבעים התבקשו לצייר את אותה אומצת בשר. הרעבים ציירו, בממוצע, אומצה גדולה יותר. המוטיבציות והרגשות שלנו משבשים את הכרתנו. אפלטון טען, והחרו החזיקו אחריו חכמי הסטואה, שפינוזה, ובעידן המודרני זיגמונד פרויד, שרגשותינו מתערבים בהכרתנו ומביאים אותנו לכלל טעות. יש בתוכנו מוטיבציות ורגשות אי־רציונליים, שמשבשים את תפיסת המציאות.

קאנט הציע גישה אחרת. הטעויות, אמר, הן תוצר לוואי מובנה של דרכי ההכרה שלנו; ממש כשם שאשליות אופטיות הן תוצר לוואי של עצם מנגנון הראייה. כשאנו עומדים מול הים, פני המים נראים גבוהים יותר במרכז שדה הראייה מאשר בקצותיו. הירח נראה לנו גדול יותר באופק מאשר בכיפת השמים. המנגנון שמאפשר לנו להקיף שדה ראייה רחב כל־כך, הוא גם זה שמייצר את האשליה והטעות שנראים לנו כאמת. מנגנון ההכרה האנושי שמאפשר לנו להכיר כל־כך הרבה דברים בעולמנו, הוא גם זה שגורם לנו לטעות. בכל מקרה, אני מאמין בסובלנות. גם אם אני יודע ב"ודאות" את האמת, אני צריך להכיר באוטונומיה של האחרים ולתת להם לטעות – בתנאי שהטעות הזו אינה פוגעת ישירות בחיי. כמובן שגם התנאי הזה אינו פשוט, ויש בו ניואנסים רבים.

ספרך החדש עוסק בפשרות. פשרות נעשות בין בני אדם רציונליים. אבל באופן אבסורדי, דווקא אנשים רציונליים נוטים שלא להעריך אנשי פשרות. אלה מצטיירים כאנשים חלשים, ולא כמנהיגים. אני זוכר את היחס לראש הממשלה לוי אשכול, שנחשב לאיש של פשרות. ברגע של לחץ ואי־ודאות לקחו מידיו את תיק הביטחון והעבירו אותו ללא היסוס למשה דיין, ההחלטי והלא מתפשר.

אינני מאמין גדול באופיים של בני אדם. כלומר, אינני מאמין שהם ניחנים בתכונות אופי קבועות ויציבות במצבים משתנים. אדם יכול להיות אמיץ בקרב ופחדן בפוליטיקה. אני מאמין שמה שמכונן את התנהגותנו במידה רבה הם המצבים שאיתם אנו מתמודדים, ולא תכונות אופי. אשכול הכריע יותר הכרעות בחייו ממה שדיין הכריע. כל הסיפור על אשכול הלא־החלטי הוא אגדה. יחד עם זאת, אשכול העריך פשרה ככוח ולא כחולשה.

מכל מקום, אני טוען שצריך לשפוט בני אדם על־פי הפשרות שהם עושים, ולא על־פי האמונות שהם מצהירים עליהן. כולנו מציגים את עצמנו באמצעות מערכת האמונות שלנו ומציבים סולם של ערכים ועקרונות שמרכיב את זהותנו. אני מתעניין בפשרות הבלתי נמנעות שאנחנו מבצעים כל הזמן. הפשרות הללו מגדירות אותנו בדייקנות גדולה יותר מאשר ההצהרות שאנו מצהירים על מערכת האמונות שלנו.

כשמדובר בפוליטיקאים, למערכת האמונות והעקרונות שהם מצהירים עליה אין, למעשה, כל חשיבות. לא משנה באמת במה הם מאמינים. מעניין רק על מה הם יתפשרו. מעניין לדעת אם הם יודעים להבחין בין פשרה טובה לפשרה רקובה, היכן עוברים הקווים האדומים שלהם, עם מה הם יסכימו לחיות והיכן הם יגידו "עד כאן". השאלה הגדולה בסכסוך הישראלי־ערבי איננה מה כל צד רוצה – או חושב – שמגיע לו, ולא מה מידת הצדק של כל צד, אלא עם מה אנחנו והפלסטינים מוכנים לחיות. פשרה היא להבין עם מה אנחנו מסוגלים לחיות. רצונות ומאוויים יש לשני הצדדים, אבל השאלה היא במה כל צד יכול להסתפק.

אנשים שונים זה מזה באמונותיהם, במאווייהם ובערכיהם. לכן אנו חייבים כל הזמן להתפשר. אני מבין שבחברה שבה אני חי, לעולם לא אוכל לחיות על־פי מערכת האמונות והערכים שאני דוגל בה. יותר מזה, חלק גדול מהדברים שאני מאמין בהם לא יקרו לעולם. אבל אדם נבחן לא במערכת האמונות שלו, אלא בפער שהוא מוכן לקבל בין המערכת התיאורטית שלו למציאות חייו. באופן ההתפשרות מתגלה גדולתו של אדם, ולא פחות מזה – נבזותו ורשעותו.

ננסה לפרק מעט יותר את מושג הפשרה. האם לא מדובר, בעצם, בחלק מתהליך מודרני של משא ומתן? במילים אחרות, אני אוותר מעט כאן ואקבל בתמורה יותר שם. האם זה לא סוג של מהלך רציונלי לניצול מיטבי של התועלת שאנחנו מעוניינים להפיק?

בהקשר של הפשרה אני מזהה שתי תמונות עולם עקרוניות. האחת כלכלית, והשנייה דתית. התמונה הכלכלית בנויה על החלפת מוצרים, ובמסגרתה כל דבר ניתן להמרה בדבר אחר. השאלה היחידה היא, באיזה מחיר. על־פי התמונה הכלכלית, אין תחום שנמצא מחוץ לאפשרות הדיון והפשרה: מערכת הערכים שלנו היא תלויית מחיר, וכל עמדה פוליטית נתונה למשא ומתן.

בתמונה הדתית שולט מושג הקודש. הדבר הקדוש אינו ניתן להמרה, ובהחלט אינו פתוח למשא ומתן. נכון שהדתות הגדולות ידעו תמיד לסחור בכל דבר כמעט ולעשות פשרות לפי הצורך, אבל התמונה שאני קורא לה "דתית" (ושיכולה להיות, כמובן, גם תמונת עולם של חילונים), אוחזת בעמדה שיש דברים שאינם ניתנים להחלפה, והם



מנחם בגין, ג'ימי קארטר ואנואר סאדאת לוחצים ידיים בקמפ-דייוויד, 1978 / ויקישיתוף

במסגרת "ייהרג ובל יעבור".
בשתי תמונות עולם אלה יש אלמנטים חיוביים ואלמנטים שליליים. אני מאמין, על אף שזה נראה פרדוקסלי, שאדם יכול להחזיק בשתיהן בעת ובעונה אחת, וראוי שיעשה זאת. אני רוצה שלאנשים יהיו שתי תמונות; לא רק אחת. אנחנו משתמשים בשתי עיניים כדי לקבל את ממד העומק. כך גם ראיית המציאות הפוליטית יכולה להתבצע דרך המנסרות הכלכלית והדתית כאחת. בדרך זו נוכל להקנות עומק לראייתנו את המציאות. בראייה הכלכלית של המציאות, הכול ניתן עקרונית לפשרה, אין "ייהרג ובל יעבור", ויש תמיד לבחור בין הרע לרע במיעוטו. בראייה הדתית, הקדוש, זה שעליו לא מתפשרים, הוא בבחינת "ייהרג ובל יעבור". ביהדות, למשל, "ייהרג ובל יעבור" יש על גילוי עריות, שפיכות דמים ועבודה זרה. שלושה דברים ולא יותר. הרעיון המונח בבסיס הבחירה בשלושת החטאים האלה הוא צמצום הקדושה למינימום. הרעיון הוא לחיות ולא למות.
צריך לצמצם למינימום את הדברים שעליהם איננו מוכנים להתפשר עקרונית. באופן מוזר, דווקא אנשים שאין להם דברים קדושים, עלולים למצוא את עצמם מסרבים להתפשר. הם אינם בטוחים בשום דבר, ולכן מתעקשים על כל דבר. רוב חיינו מתנהלים כל הזמן במסגרת התמונה הכלכלית, אבל אצל כולנו, וטוב שכך, יש גם עקרונות של "קדושה". איש מאיתנו איננו מוכן, למשל, לחיות בחברה שיש בה עבדות או סחר בבני אדם. צריך, אמנם, לשאוף לפשרות, אבל אינני מקבל את הטענה, שעל כל דבר ניתן להתפשר. יש דברים שאסור להתפשר עליהם. השאלה הגדולה היא, היכן הגבול. מתי פשרה הופכת לפשרה רקובה ולכן אסורה.

נראה שהגענו לשאלת השאלות. הרי אם הייתה לנו נוסחה שכזו כל חיינו היו נראים אחרת.

נכון. אין נוסחה, אבל יש עקרונות מנחים. להבנתי, אין להתפשר עם כל גוף, מדינה, קבוצה או חברה, שמנהיגים דפוס התנהגות לא אנושי. פשרה, במקרה של דפוס התנהגות לא אנושי, היא פשרה רקובה. "לא אנושי" פירושו דה־הומניזציה של האדם. חברה שמתאכזרת לאדם, משפילה אותו ופוגעת בכבודו – היא חברה שאסור להגיע איתה

>>

<< לפשרה המאפשרת לה להמשיך ולפעול בדרך שהיא פועלת בה. אחת הפשרות הרקובות בהיסטוריה הייתה הפשרה שאפשרה את קבלת החוקה האמריקאית, חוקה שאישרה למעשה את משטר העבדות. האנשים שחתמו על החוקה האמריקאית היו אנשים מרשימים במיוחד, אבל הפשרה שאפשרה את החוקה הייתה רקובה. לעומת זאת, הסכם מינכן הוא פשרה רקובה לא בגלל תוכנה, אלא בגלל החתום עליה – אדולף היטלר.

ב־1939, כשצ'מברליין התפשר עם אדולף היטלר, זה האחרון עדיין לא ביצע פשעים חמורים נגד האנושות, ולכאורה לא הייתה כל מניעה להגיע לפשרה איתו. אלא שהאידיאולוגיה הנאצית הציגה כבר אז אתגר מיוחד. באותה עת היו אמנם משטרים אכזריים בהרבה – בברית־המועצות נרצחו מאות־אלפים ובני אדם הושפלו בכל מקום – אבל בנאציזם היה אלמנט חדש שלא היה לו אח ורע בשום מקום. הייתה בו אידיאולוגיה גזענית מוצהרת של שלילת המהות האנושית המשותפת לכל בני האדם. מהות זו היא התנאי למוסר. היטלר שלל, לפיכך, את המוסר עצמו, ועמדה כזו איננה רק רוע, אלא רוע רדיקלי שאסור להתפשר איתו.

אתה בעצם טוען, שלפני שבודקים על מה הפשרה ומה תוכנה, יש לבדוק עם מי מתפשרים; שיש גופים שבשל טבעם בלבד כל פשרה איתם היא פשרה רקובה.

אמת. אבל גם כאן יש סייגים. אכן, לא הייתי עושה כל פשרה עם היטלר, להוציא עיסקאות מצילות חיים, כמו, למשל, פשרת המשאיות תמורת דם שהוצעה דרך קסטנר. במקרה כזה לא מדובר בפשרה עם המשטר, אלא בניסיון להציל מידיו חיים של בני אדם. אם, נניח, פורצת מגפה שמקורה במדינה שהמשטר השליט בה איננו אנושי, צריך וראוי לשתף פעולה עם המשטר הזה כדי להציל חיים. כל דבר שאינו קשור להצלת חיים, אלא נותן למשטר הרוע יתרון כלשהו – הוא פשרה רקובה. חייבים גם להבדיל בין פשרה לכפייה. כשאתה ניצב מול אקדח טעון וצריך להחליט בין כסף לחיים, לא מדובר בפשרה. זהו צעד של כפייה, ולא של פשרה.

מנהיגינו אומרים שבשכונה שלנו, במזרח התיכון, כל פשרה היא חולשה. מי שמתפשר חורץ את גורלו להיות הקורבן הבא.

היום, במיוחד במדינת ישראל, כל פשרה מוכנסת מיד מתחת למטרייה של צ'מברליין. אסור לנו להיות שם. זוהי טעות פוליטית ומוסרית. לא כל פשרה היא חולשה. לא כל פשרה פוגעת בכוח ההרתעה. אלה הן סיסמאות דמגוגיות. להפך, בחיי מדינות ובחיי פרטים פשרה מביאה לפתרון ברוב המקרים. אני מאמין שפשרה, במרבית המקרים, היא דבר רצוי וחיובי. כמובן שלא כל פשרה היא פשרה מוצלחת. כלומר, קורה שעיסקה לא עולה יפה כי הצדדים לא

"כשמדובר בפוליטיקאים, למערכת האמונות והעקרונות שהם מצהירים עליה אין, למעשה, כל חשיבות. לא משנה באמת במה הם מאמינים. מעניין רק על מה הם יתפשרו. מעניין לדעת אם הם יודעים להבחין בין פשרה טובה לפשרה רקובה. השאלה הגדולה בסכסוך הישראלי־ערבי איננה מה כל צד רוצה – או חושב – שמגיע לו, ולא מה מידת הצדק של כל צד, אלא עם מה אנחנו והפלסטינים מוכנים לחיות. פשרה היא להבין עם מה אנחנו מסוגלים לחיות. רצונות ומאוויים יש לשני הצדדים, אבל השאלה היא במה כל צד יכול להסתפק"

ויתרו זה לזה כנדרש, ואז התוצאה היא כישלון הפשרה. כך אירע, למשל, באוסלו, לטעמי. אבל אסור שכישלון יפגע ברצון לחפש פשרות כדרך לקיום. אני חסיד גדול של פשרות, שצריך להגיע אליהן בתהליך של דיון ומחשבה רציונליים.

מול חברות לא אנושיות אתה מציג מודל של חברה הגונה וחברה צודקת. מה מאפיין חברות כאלו?

אני עסקתי בחברה הגונה, ולא בחברה צודקת. ההוגה המרכזי שנתן תשובה לשאלה מהי חברה צודקת, הוא הפילוסוף **ג'ון רולס** (John Rawls). רולס מגדיר חברה צודקת כחברה הפועלת על־פי שני עקרונות: האחד, לכל אחד יש זכות שווה למקסימום חופש (המתיישב, כמובן, עם חופש דומה לאחרים). השני, אי־שוויון חברתי וכלכלי הוא מוצדק רק אם הוא מביא למקסימום גמול לאלה הנמצאים במצב הנחות ביותר. שני עקרונות אלה מגדירים חברה צודקת, בהנחה שיש בה גם שוויון הזדמנויות לכל התפקידים. חברה צודקת היא אידיאל.

אני ניסיתי לתת תשובה לשאלות מהי חברה הגונה ומהי חברה מתורבתת. התשובה שלי הייתה, שבחברה הגונה המוסדות לא משפילים אותך כאדם, ובחברה מתורבתת האנשים לא משפילים אותך כאדם. מה פירוש השפלה? התייחסות אל אדם כאל לא־אדם, כאל מכונה או מספר.

כשאנו מדברים על פשרה, מדובר גם על פשרה בין ערכים. בית־המשפט

העליון מרבה לעסוק בשאלה, איזה ערך גובר על ערך אחר.

אכן, ערכים "חיוביים" לעתים קרובות אינם מתקיימים בהרמוניה זה עם זה. בין ערכים בסיסיים שאנו מאמינים בהם יכולים להיווצר מתח ואפילו סתירה. אינספור ספרים נכתבו על המתח בין שוויון לחופש. אני סבור שהמתח הגדול והמשמעותי ביותר מתקיים בין **צדק** לבין **שלום**, ובספרי האחרון התמקדתי במתח הזה.

זהו מתח שהפילוסופים כמעט שלא עסקו בו, והוא בעל חשיבות עצומה. אין ספק שיש מתח בסיסי ומהותי בין מושג הצדק ומושג השלום. דווקא במקורות שלנו מכירים ומטפלים במתח זה. הגמרא מתארת את הוויכוח בין משה לאהרן. משה מייצג את העיקרון של "ייקוב הדין את ההר", ואילו אהרן הוא איש השלום והפשרות. ההקשר בגמרא הוא בין משפט לבין ביצוע פשרה. משה מייצג את ההתנגדות לפשרה. הגישה היא שבמקום של צדק אין אפשרות לפשרה. הרעיון הבלתי מתפשר הזה בא לידי ביטוי מובהק בספרו של היינריך פון קלייסט, "מיכאל קולהאס". קולהאס אינו מוכן לוותר אפילו על חלק מהצדק שלו, גם במחיר מלחמה שמגיעה לידי הרג נוראי. אם כך, מה בעצם נותר מן הצדק שלו?

זה מתקשר גם למערכת המשפט שלנו. מה פתאום פשרה בבית־משפט? הרי אתה רוצה להשיג צדק, ולא להתפשר. האם ניתן להפוך דיון משפטי לפשרה? היום זה מאוד נפוץ. בתי־המשפט דוחפים אותך לעשות פשרה, אבל מהסיבות הלא־נכונות – לא כדי להגיע לשלום, אלא כדי להוריד לחץ מהמערכת ומשופטים שאינם יכולים להתפנות לעשיית צדק.

הרעיון לספר שלי נולד בדיוק מהמתח בין שלום וצדק; מהרהור על משמעות הדרישה לשלום צודק, שחוזרת ונשמעת במזרח התיכון. אני חושב שלמען השלום חייבים לעשות פשרה גם במחיר של צדק. אנו מדברים על שלום צודק כאילו היה זה נס קפה עם חלב – כלומר, שני מוצרים משלימים – אך צדק ושלום יכולים לעמוד בתחרות, כמו קפה מול תה. הרי ההסדר הסופי לא יהיה צודק. השלום יגרום בהכרח לכל צד להרגיש, שהצד השני לא ממלא את דרישות הצדק שלו.

נהוג לומר שבמלחמה כמו במלחמה. אין כללים. יש רק הרג ואכזריות. במלחמות האחרונות שלנו נוצרה דילמה בין חיי החיילים לבין הרג אזרחים. יש כאן כללים שניתן לעבוד איתם?

הרעיון שבמלחמה כמו במלחמה וכשהתותחים יורים הכול מותר, רווח מאוד בקרב ציבורים רחבים. ההגות הקתולית הייתה אולי הראשונה שניסתה להתמודד עם הבעיות של מלחמה מוצדקת. הרעיון המרכזי הוא, שיש מעט סיטואציות שבהם מלחמה מותרת, ובעיקר – שגם מלחמה שמוצדק לנהל אותה, חייבת לעמוד במגבלות חמורות בכדי להיקרא מלחמה צודקת.

באמנות בינלאומיות שונות נקבעו כללי מוסר למלחמה. הכללים עוסקים בשאלות, מתי לגיטימי לצאת למלחמה ומה לגיטימי לעשות במהלך הלחימה. ההבחנה החשובה והמרכזית בכללי הלחימה היא בין לוחמים ללא־לוחמים. הרעיון הוא שיש להגביל את היקף המלחמה. טוב היה אילו המלחמה הייתה מוגבלת לדוד ולגוליית – כלומר, לשני נציגים של כל צד. אך אין זה כך, והמטרה היא להגביל את המלחמה ללוחמים ולהימנע מפגיעה באזרחים. ההבחנה, כמו כל הבחנה בעניין מוסרי, אינה פשוטה.

האם אזרח עובד צה"ל הוא לוחם? האם עובד במאפייה המספקת לחם לצבא הוא לוחם? אלה, כמובן, שאלות מציקות, שחובתנו היא למצוא להן הבחנות הולמות. עובד מאפייה מספק לחם ללוחמים, אך זו אינה אספקה למהות שלהם כלוחמים, אלא למהותם כבני אדם, הזקוקים, כמו שאר בני האדם, למזון. אזרח העובד במפעלי התעשייה הצבאית ומספק נשק ותחמושת ללוחמים, הוא אזרח המסייע ישירות למעשה המלחמה. הראשון אינו לוחם; השני מוחזק כלוחם.

מתנהל אצלנו ויכוח בשאלת המלחמה הצודקת. מה מותר ומה אסור במלחמה. הדיון, לטעמי, הוא לשם שמים, אבל הניסיון לעמעם בתירוצים שונים את ההבחנה בין לוחמים לאלו שאינם לוחמים, הוא הרסני מבחינה מוסרית.

אנו נמצאים בעידן של מאבק בין האיסלאם הפונדמנטליסטי למערב, או, לפחות, בינו לבין מה שמייצגת אמריקה. במזרח התיכון אנו עומדים במצב של מבוי סתום בינינו לבין הערבים. אתה יכול לחזות לאן אנחנו הולכים?

יש חוקר בשם **פיליפ טטלוק**, פסיכולוג חברתי, שערך מחקר גדול. הוא אסף במשך למעלה מעשרים שנה תחזיות של מומחים ועימת אותן עם תחזיות של אנשים מהרחוב. טטלוק הראה שבממוצע, התחזיות של המומחים גרועות מאלה של האנשים מהרחוב. בני האדם אינם טובים בחיזוי העתיד. בעיני, המגבלה הזאת היא דווקא מקור לאופטימיות. הרי אילו הייתי צריך לנבא היום מה עומד להתרחש – התחזית שלי הייתה קודרת במיוחד. אבל אולי העתיד יצמיח משהו שלא חשבתי עליו ולא צפיתי אותו? חוסר הוודאות ואי־היכולת שלנו לחזות באמת את מה שיתרחש, הם המקור לסוג של תקווה. אחרת, הכול כאן נראה תקוע.

אתה אופטימיסט?

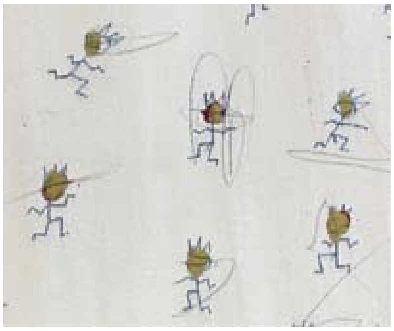
לא. אני חושב שאופטימיות ופסימיות הן אותו סוג כשל. קורים לנו גם דברים טובים וגם רעים. אנו חיים בעולם של אי־ודאות. בני אדם רוצים לברוח מאי־ודאות. הם נעזרים בקביים של ודאויות. קביים של ודאויות הן עמדה לא מכובדת, בעיני, לחיים. ועד כמה שהדת, למשל, מסייעת לאנשים, אלה עדיין קביים, ובעיני, האנשים הנעזרים בה מאמצים עמדה לא מכובדת לחיים. ■

אורלי שנקר על עבודתו של הצייר אודי סלמנוביץ'

NOUMENON

הרהורים על מוסר ואינדיווידואליות מול "הדבר כשהוא לעצמו" בעבודתו של האמן אודי סלמנוביץ'

■ כותרת הטקסט, שהיא גם שם העבודה שמשמאל, מציינת את המושג הקנטיאני "**הדבר כשהוא לעצמו**" – המציאות כפי שהיא, הנבדלת מן **התופעות**, שהן האופן שבו הדברים נתפסים על־ידינו. הבחירה בשם זה לעבודה היא סוג של התרסה, שכן מה שאודי סלמנוביץ' טוען בעצם הוא, שבעבודה מוצגים הדברים כפי שהם, ולא רק כפי שהם נראים לנו. זוהי הצהרה פרדוקסלית: העבודה היא ויזואלית ונתפסת באמצעות חושינו, ובכל זאת מתיימרת להציג לעינינו את המציאות כפי שהיא, באופן שאינו תלוי במבטנו. האם הדבר אפשרי? האם אנו יכולים באמצעות חושינו ומחשבתנו לתפוס את המציאות כמות שהיא?



אודי סלמנוביץ', נומנון (פרט) לק ציפורניים, גרפיט ופיגמנט זהב על קנבס

עמנואל קאנט, ההוגה הגדול של עידן הנאורות, טען שזה בלתי אפשרי. אנו לא יכולים לראות את "הדבר כשהוא לעצמו", מפני שאנו רואים את העולם בתיווכם של פילטרים מושגיים: אנו מארגנים את חומרי המציאות בתבניות שמאפשרות לנו לתפוס אותם. ארגון זה הוא חלק בלתי נפרד מהתהליך של תפיסת המציאות, ועל כן לעולם איננו רואים את המציאות עצמה ללא תבניות אלה. כך, לדוגמה, אנו רואים את העולם במונחים של חלל וזמן ושל סיבה ומסובב – ואיננו יכולים לתפוס, או אף לדמיין, אותו אחרת. החלל והזמן והיחסים הסיבתיים אינם קיימים בעולם עצמו, אומר קאנט, אלא רק בתוכנו.

לכאורה, זיהויין של התבניות התפיסתיות עשוי לאפשר לנו לנטרל את השפעתן. למשל, אם אנו יודעים שאנו מרכיבים על עינינו משקפיים בצבע איזמרגד, נבין שהעולם שסביבנו אינו ירוק, אלא משקפינו הם שגורמים לו להיראות ירוק; וכך, גם אם לא נוכל להסיר את משקפינו, נוכל במחשבתנו והבנתנו לדעת דבר־מה על אודות המציאות שמעבר למשקפיים. ולנמשל: לכאורה, אם נזהה את תבניות התפיסה שלנו (כמו אלה של החלל, הזמן והסיבתיות), נוכל להפריד – לפחות במחשבתנו – בין השפעתם של הפילטרים על תפיסתנו לבין המציאות כשהיא לעצמה. אולם, קאנט אומר לנו, טיבה של תפיסתנו אינו דומה לזה של המשקפיים הירוקים במשל: **ההכרה בקיומן של תבניות התפיסה איננה משחררת אותנו מן הכורח להשתמש בהן.** הסיבה לכך היא, שבעוד שאנו יכולים להעלות בדמיוננו את דמותו של עולם שאינו ירוק, אין אנו יכולים כלל לדמיין עולם שאינו בחלל ואינו בזמן ואין בין מרכיביו יחסים של סיבתיות.

שונה המצב בתורת המוסר של קאנט. ביחסינו עם זולתנו יש לנו מגוון של אינטרסים, ולעתים קרובות אנו שופטים את הזולת לאורם של אינטרסים אלה. לעתים קרובות אנו רואים את הזולת כאמצעי לקידום מטרותינו, ואיננו זוכרים שיש לאחרים מחשבות ורגשות שאינם קשורים למטרותינו. אפשר לומר, שהאינטרסים שלנו הם עדשות או פילטרים שדרכם אנו רואים את הזולת.

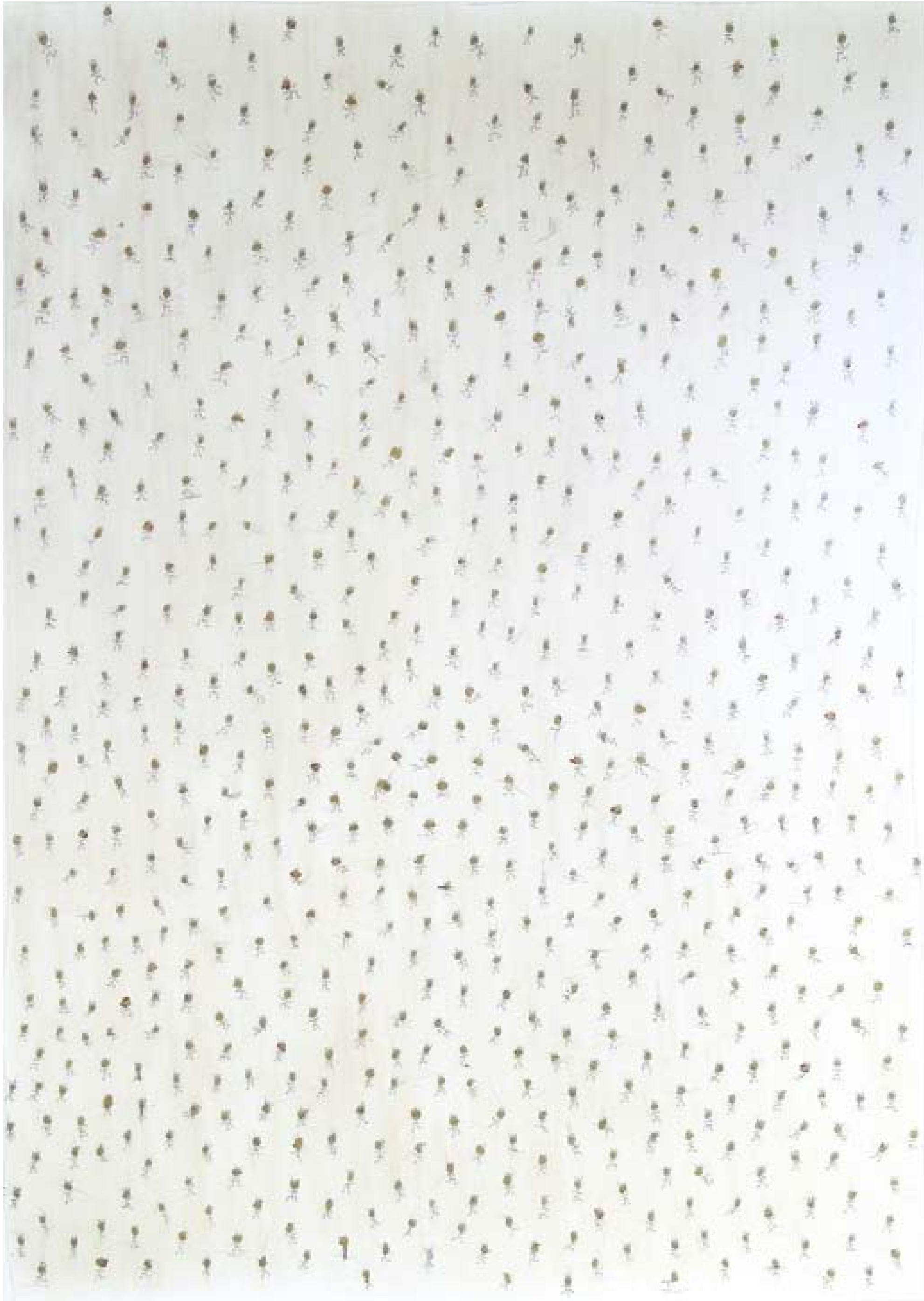
קאנט, בתורת המוסר שלו, דורש שבהתייחסנו לזולת נראה אותו **כפי שהוא, כשלעצמו** ובנפרד מן האינטרסים שלנו. **הצו המוסרי הקטגורי,** שהוא החוק המוסרי שבני אדם מחוקקים לעצמם בעזרת תבונתם, דורש שנראה כל אדם ואדם כאילו הוא מטרה בפני עצמה, ולא רק כאמצעי להשגת מטרותינו. בפרט, אין להקריב אדם למען זולתו או למען קבוצה או לאום זה או אחר. בלשונו של קאנט: "**עשה פעולתך כך שהאנושות, הן שבך הן שבכל איש אחר, תשמש לך לעולם גם תכלית, ולעולם לא אמצעי בלבד**".

בניגוד לתורת ההכרה, שבה זיהויין של תבניות התפיסה אינו משחרר אותנו מהן, הרי שבתורת המוסר, השלב הראשון בדרך להתייחסות מוסרית הוא זיהוי האינטרסים שלנו והבנה כיצד אינטרסים אלה קובעים את האופן, שבו אנו מתייחסים לזולתנו ופועלים כלפיו. לאחר שזיהינו אותם, עלינו להשתחרר מהם ולראות את הזולת כפי שהוא לעצמו.

בעבודתו של אודי סלמנוביץ', ריבוי הדמויות ומידתן הזעירה נותנים לנו לגיטימציה או תירוץ להתעלם מן הייחודיות של כל אחת מהן, להתעלם ממי שהן לעצמן. אולם במבט שני, קרוב יותר (למעלה מימין), נגלה שכל אחת מהן שונה ומיוחדת. האנושיות מתבטאת בכל אחת מהן, וכל אחת זכאית להיות דבר כשהוא לעצמו.

orly.shenker@gmail.com

דר' אורלי שנקר, חוקרת ומלמדת פילוסופיה של המדע, של הפיזיקה ושל המוסר, מרצה בכירה בתכנית להיסטוריה ופילוסופיה של המדע ובבית-הספר להגות באוניברסיטה העברית, וחברת הוועדה המייעצת של "אודיסאה"



אודי סלמנוביץ', נומנון. לק ציפורניים, גרפיט ופיגמנט זהב על קנבס

בסדרה "מכונות מזל אנטי־דוגמטיות", שהעבודה "נומנון" היא חלק ממנה, עוסק סלמנוביץ' בקונפליקט, התלות והמתח שבין הטכנולוגיה לבין החברה, בין אי־הסדר לבין הקומפוזיציה, בין התפיסה לבין ההגדרה האנושית את המציאות. החומרים בעבודה זו, כמו לק ציפורניים (צלולואיד) וצבעי מתכת וגרפיט, טוענים את העבודה בקונוטציות מתעשיית הקוסמטיקה ומדגישים את הפער שבין האינדיווידואליות והייחודיות של ציורי המערות לבין המוצרים בעידן השעתוק הטכני.

עדי ארמוני

היקום כהולוגרמה

למשך שלושים שנה נראה היה שתורת המיתרים, שנולדה מתוך ניסיון להסביר את פעולתו של הכוח החזק, אינה מצליחה במשימה זו. לאחרונה, בשל התפתחות חדשה המכונה "הולוגרפיה", מסתמנת פריצת דרך, המקדמת הבנה של הכוח החזק באמצעות מיתרים ויקום שבו עשרה ממדים >>





Fractal image, "String Theory", by Cory Ench © www.enchgallery.com
פרקטל, ״תורת המיתרים״, קורי אנץ׳

>> **כתבה זו מוקדשת לזכרו של אבי, אורי ארמוני,**
נובמבר 1939 – אוגוסט 2010

■ בשנת 1997 הוכה עולם הפיזיקה התיאורטית בתדהמה: **חואן מלדסנה** (Juan Maldacena), פיזיקאי ארגנטינאי בן 29 שזה עתה סיים את עבודת הדוקטורט שלו, כתב מאמר קצר ובו הציע, שגרסה מסוימת של הכוח החזק – זה הגורם ללכידת קוורקים בפרוטונים ובנויטרונים – ניתנת לתיאור על־ידי תורת כבידה במרחב בעל עשרה ממדים. תורת כבידה זו כשלעצמה מתקבלת מתורת מיתרים מסוימת (אחת מחמש תורות הסופר־מיתר). ההצעה מוכרת כיום בשם "**ההשערה ההולוגרפית של מלדסנה**".

המושג הולוגרפיה לקוח מתחום האופטיקה. הולוגרפיה אופטית היא, בפשטות, טכניקת צילום המאחסנת תמונה תלת־ממדית על פני משטח דו־ממדי.

הרעיון של מלדסנה לא הוכח עד היום באופן מתמטי מסודר. הוא עבר בחינות תיאורטיות רבות, נעשו חישובים מורכבים מאוד באמצעות תורת הכבידה, ואלו הושוו לחישובים המתקבלים מתורת השדות (שהיא התורה הקונבנציונלית המטפלת בכוח החזק), ועל אף שהתיאוריה לא הוכחה, גם לא נמצאה כל סתירה בינה לבין התיאוריות המקובלות. לכן הצעתו של מלדסנה התקבלה על־ידי הקהילה המדעית.

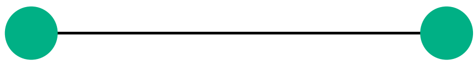
ככל שאנו מבינים, עולמנו בנוי מארבעה ממדים (שלושה ממדי מרחב וממד זמן אחד). כיצד ניתן לתאר עולם זה באמצעות עשרה ממדים? כדי לנסות ולהסביר את הצעתו של מלדסנה, עלי לתאר בקצרה מהי תורת הכוח החזק (שהיא תורת שדות הנקראת **כרומודינמיקה קוונטית**), מהי תורת המיתרים, וכיצד הציע מלדסנה לקשר בין השתיים.

נתחיל בתיאור תורת הכוח החזק. גרעין האטום מורכב מפרוטונים ומנויטרונים. חלקיקים אלו אינם יסודיים: הם בנויים מקוורקים. הקוורקים נמשכים זה לזה באמצעות חלקיקים אחרים, הקרויים **גלואונים**. כוח המשיכה הפועל בין הקוורקים קרוי הכוח החזק: הוא כולא את הקוורקים כך שלא ניתן להפרידם זה מזה. בנוסף לנויטרונים ולפרוטונים המורכבים משלושה קוורקים, קיימת משפחה נוספת של חלקיקים (שאינם מרכיבים את הגרעין), ואלה נקראים **מזונים**. המזונים מורכבים משני קוורקים, שגם הם כלואים יחד באמצעות הכוח החזק.

הניסיון להבין כיצד הקוורקים כלואים ואחוזים זה בזה, מעסיק את הפיזיקה התיאורטית זה כארבעה עשורים. הבנתנו את הכוח החזק הינה, לעת עתה, חלקית ומוגבלת. אנחנו מבינים היטב כיצד הכוח מושך את הקוורקים זה לזה כאשר המרחק ביניהם קצר מאוד, אך איננו מבינים בדיוק מדוע איננו מסוגלים לבודד את הקוורקים ולהפרידם זה מזה. במילים אחרות: איננו מבינים את תופעת כליאת הקוורקים במרחקים ארוכים יותר (מרחקים אלו, כ־10 בחזקת מינוס 15 מטר, עשויים להיחשב בעיניי הקורא למרחקים קצרים, אך עבור הכוח החזק אלו מרחקים ארוכים).

מודל מסוים שמוצע לתיאור הכוח החזק במרחקים ארוכים, והוא רלוונטי לדיוננו, גורס שבין הקוורקים מתוחים מיתרים (שעשויים מגלואונים). מיתרים אלו הם בעלי מתיחות (כוח) עצומה, כמשקלו של פיל, שאינה מאפשרת את הפרדת הקוורקים.

לדוגמה, נעיין באיור מס' 1, שבו מתואר מזון בודד על־ידי זוג קוורקים שביניהם מתוח מיתר. כמות האנרגיה שנושאת המערכת היא מתיחות המיתר כפול המרחק, דהיינו E=TL. כדי להרחיק את הקוורקים מרחק אינסופי זה מזה יהיה עלינו להשקיע כמות אנרגיה אינסופית, ולכן לא ניתן לבודד את הקוורקים.



איור מס' 1 – מיתר פתוח המחבר שני קוורקים

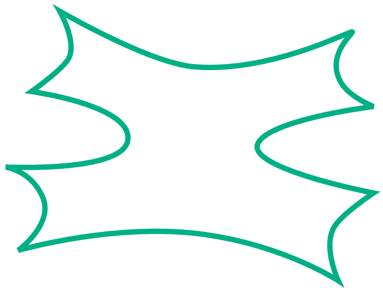
זהו, אם כן, רעיון המיתרים. על־פי תורת המיתרים, האלמנטים הבסיסיים אינם נקודות, אלא עצמים חד־ממדיים – מיתרים – היכולים להיות פתוחים או סגורים (ראו איור מס' 2). המיתרים רוטטים בתדרים שונים בדומה למיתרי כינור, מתנגשים, ולעתים אף מתמזגים או נפרדים זה מזה (על התפתחות תורת המיתרים קראו במסגרת למאמר).

כפי שכתבתי (ותואר באיור מס' 1), ניתן להסביר את כליאת הקוורקים בעזרת מודל פשוט למדי של מיתרים פתוחים. למעשה, הקשר בין תורת המיתרים והכוח החזק המחבר את הקוורקים קיים כבר משנת 1968, עת פיזיקאי צעיר כבן 26 בשם **גבריאל ונציאנו**, שאך זה סיים את עבודת הדוקטורט שלו במכון ויצמן, גילה כי ניתן לתאר את הכוח המתקיים בין המזונים על־ידי ביטוי מתמטי פשוט ויפה, הנקרא **פונקציית בטא של אוילר**. ביטוי מתמטי זה הובן זמן קצר לאחר מכן כאינטרקציה בין מיתרים פתוחים (ראו איור מס' 3). כך החלה ההיסטוריה של תורת המיתרים כתיאוריה המתארת את הכוח החזק.



איור מס' 2 – מיתרים פתוחים ומיתרים סגורים

"כדי לתאר את הכוח החזק בעולמנו הארבעה־ממדי (שלושה ממדי מרחב + זמן), עלינו להיעזר בתורת מיתרים בעלת עשרה ממדים. חמישה מתוכם הם ממדי מרחב, הנקרא מרחב אנטי דה־סיטר. מבלי לדייק (ואף לחטוא לאמת) ניתן לדמות ממדים אלו לכדור (או בלון). עולמנו מצוי על שפת הכדור, ואילו התהליכים הפיזיקליים מתרחשים בתוך הכדור עצמו"



איור מס' 3: אינטרקציה בין מיתרים פתוחים

עד לשנת 1973 לא הועמדה כנגד תורת המיתרים אלטרנטיבה רצינית לתיאור הכוח החזק, אך היא סבלה ממספר בעיות קשות: התורה חייבה קיום של 26 ממדים, חזתה חלקיקים רבים שאינם קיימים בעולמנו, והניחה את קיומו של חלקיק המתקדם במהירות שעולה על מהירות האור (טכיון). גרסה אחרת של תורת המיתרים, הדורשת עולם בן 10 ממדים, חזתה את קיומה של "סימטריית־על" שלא נצפתה בעולם. עקב בעיות אלו, ועל רקע התפתחותה של תיאוריה קונבנציונלית יותר הנקראת **כרומודינמיקה קוונטית – תורת הקוורקים והגלואונים**, נזנחה תורת המיתרים כתיאוריה של הכוח החזק למשך כ־25 שנה, עד להופעת מאמרו של מלדסנה שבו פתחנו.

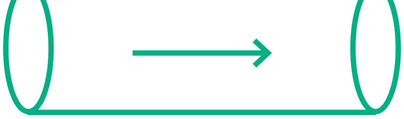
משנת 1973 ואילך התבססה הכרומודינמיקה הקוונטית כתורת הכוח החזק המקובלת. הצטברו עוד ועוד עדויות ניסיוניות ותיאורטיות לכך, שהפרוטונים, הנויטרונים והמזונים מורכבים מקוורקים שנמשכים זה לזה על־ידי גלואונים. תורת הכרומודינמיקה הקוונטית חוזה תופעות בדייקנות רבה כאשר המרחק בין הקוורקים קצר מאוד. חישובי הכוח בין קוורקים במרחקים קצרים, וכן ההדגמה כיצד הכוח החזק נחלש כאשר מקרבים את הקוורקים זה לזה, אף זיכתה את **גרוס, פוליצר ווילצ'ק** בפרס נובל לפיזיקה בשנת 2004. אולם, כאמור, תופעת הכליאה במרחקים גדולים ותופעות אחרות הקשורות לכוח החזק, עדיין אינן ניתנות להסבר פשוט על־ידי הכרומודינמיקה הקוונטית.

תורת המיתרים התפתחה במקביל, בכיוון שונה ובלתי צפוי. התברר שמיתרים סגורים דומים בהתנהגותם לגרוויטונים – החלקיקים האחראים לכוח הכבידה. בעזרת אינטרקציה הנישאת על־ידי מיתרים סגורים ניתן להסביר את תורת הכבידה של ניוטון, ואף את תורת הכבידה של אינשטיין (תורת היחסות הכללית). תיאור פשטני למדי של תורת מיתרים זו הוא, שכוח המשיכה הכבידתי נובע ממסירה (החלפה) של מיתרים סגורים בין כל שני עצמים (ראו איור מס' 4). על התפתחות תורת המיתרים כתורת כבידה קוונטית אני רוצה להרחיב מעט.

הסברי הכרומודינמיקה הקוונטית לכוח החזק, ובמקביל, התפתחות תורת המיתרים לתיאוריה בתחום כוח הכבידה, גרמו לחוקרי המיתרים לזנוח את המחקר בנושא כליאת הכוח החזק. ואז, בשנת 1997 מלדסנה הציע לפתע גרסה "משופרת" לקשר בין תורת המיתרים לבין הכוח החזק.

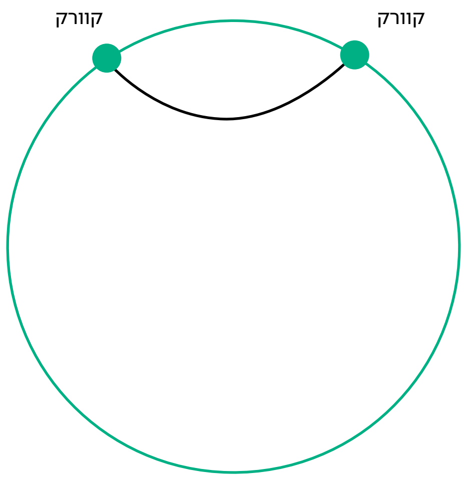
הגרסה החדשה כוללת בהכרח מרכיבים חדשים: כדי לתאר את הכוח החזק בעולמנו הארבעה־ממדי, עלינו להיעזר בתורת מיתרים בעלת עשרה ממדים. חמישה מתוכם הם ממדי מרחב, הנקרא מרחב אנטי דה־סיטר (על־שם המתמטיקאי ההולנדי וילם דה־סיטר). מבלי לדייק (ואף לחטוא לאמת) ניתן לדמות ממדים אלו לכדור (או בלון). מעתה ואילך אתעלם מחמשת הממדים הנוספים, שאינם חשובים לדיוננו (ובמקרים רבים אף אינם משחקים תפקיד בחישובים המדעיים המדויקים).

עולמנו מצוי על שפת הכדור, ואילו התהליכים הפיזיקליים מתרחשים בתוך הכדור עצמו. לפנינו אפוא תיאור הולוגרפי של הכוח החזק: תהליכי הטבע הארבעה־ממדי מתוארים באמצעות דינמיקה במרחב חמישה־ממדי, שהוא הכדור, בדומה להולוגרפיה אופטית, שבה אנו משליכים את התמונה התלת־ממדית על משטח דו־ממדי.



איור מס' 4: אינטרקציה כבידתית על־ידי החלפת מיתר סגור

<<



איור מס' 5: מיתר פתוח מחבר שני קוורקים על שפת מרחב אנטי דה-סיטר

לשם המחשת הפיזיקה החדשה אתאר מספר חישובים הולוגרפיים. נניח שברצוננו לחשב את האנרגיה הנתונה בין שני קוורקים. נמקם שני קוורקים אלו על שפת מרחב אנטי דה־סיטר ("הכדור"), וביניהם נמתח מיתר פתוח מינימלי – כלומר, המיתר הקצר ביותר שיכול לחבר זוג קוורקים זה (איור מס' 5). מתברר שבמרחב אנטי דה־סיטר (שהוא עקמומי) יעדיף המיתר לצלול אל תוך עומקי המרחב – אל הממד החמישי. זוהי המחשה של העיקרון ההולוגרפי: על אף שהקוורקים נתונים על שפת המרחב החמישה־ממדי וממוקמים על מרחבנו הארבעה־ממדי, המיתר שבעזרתו אנו מחשבים את אנרגיית המערכת "חי" בחמישה ממדים.

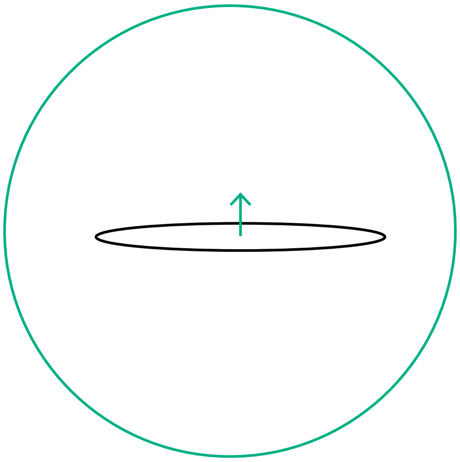
חישוב אנרגיית המערכת פשוט למדי: היא נתונה על־ידי אורכו של המיתר. ניתן להראות שתופעת הכליאה מוסברת בקלות יחסית: בדומה למודל המיתרים הפשטני, המתואר באיור מס' 1, מודל המיתרים ההולוגרפי מוביל למסקנה, שהאנרגיה היא מכפלת מתיחות המיתר באורכו. לפיכך לא ניתן להפריד זוג קוורקים זה מזה: האנרגיה שתידרש להפרדת קוורקים הנמצאים במרחק אינסופי זה מזה, היא אינסופית. זוהי גדולתה של ההולוגרפיה: בניגוד לכרומודינמיקה הקוונטית המקובלת, ניתן לגזור באמצעותה תוצאות מרשימות בפשטות יחסית.

הבה נעיין בדוגמה נוספת. נניח שנציב מיתר סגור במרכזו של מרחב אנטי דה־סיטר (או בהכללה, במרכזו של המרחב החמישה־ממדי שלנו, כמתואר באיור מס' 6). עכשיו נסובב את המיתר במהירות גדולה. בהשפעת הכוח הצנטריפוגלי המיתר יימעך ויתארך. ידוע כי מסתו של המיתר פרופורציונלית לאורכו. כעת ניעזר בקשר נוסף, הלקוח ממכניקה, שקובע כי התנע הזוויתי (גודל הקשור למהירות הסיבוב) פרופורציונלי למסה כפול האורך. שילוב שני הקשרים מוביל למסקנה, שעבור מיתר סגור זה, המסה בריבוע גדלה ביחס ישר לתנע הזוויתי. הנוסחה שהגענו אליה כאן אכן נצפתה עבור מזונים בשנות השישים של המאה שעברה (והיא נקראת מסלול רג'ה, על־שם הפיזיקאי האיטלקי יליד טורינו, **טוליו רג'ה**).

התיאור הזה, שמערב פיזיקה תיכונית עם תורת המיתרים, מוביל למסקנה חשובה: אחד מעקרונות ההולוגרפיה קובע, **שמה שמתחולל עבור מיתרים סגורים בתוך המרחב החמישה־ממדי קשור לתופעות פיזיקליות בעולמנו הארבעה־ממדי.** מיתרים סגורים (או פתוחים) שמסתובבים קשורים באמצעות הולוגרפיה לחלקיקי הכוח החזק, כדוגמת המזונים שהזכרנו.

מאז פרסום המאמר של מלדסנה נכתבו על הנושא יותר מ־6,000 מאמרים. התחום התפתח במספר כיוונים. חלקם של המאמרים ניסה לאושש את ההשערה ההולוגרפית. כאמור בתחילת מאמר זה, בדיקות מדוקדקות של ההשערה ההולוגרפית לא העלו שום סתירה. נהפוך הוא: אישוש ההשערה בבדיקות רבות הוביל להתקבלותה בקרב הקהילה המדעית.

חלק אחר של המאמרים נועד ליצור קשרים הולוגרפיים נוספים בין תורות מעולם החלקיקים לתורות כבידה. המוטיבציה העיקרית היא לקבל מודל קרוב ככל האפשר לתיאור מהימן של הכוח החזק עבור מרחקים ארוכים, שבהם מתרחשת תופעת הכליאה. אחד הקשרים המעניינים שהתגלו הוא, שעל מנת לתאר את הכוח החזק בטמפרטורות גבוהות, שבהן חלקיקי הכוח החזק נמסים למרכיביהם, עלינו להשתמש במרחב חמישה־ממדי שמכיל בתוכו חור שחור. זהו קשר הולוגרפי מרתק בין פיזיקה של חורים שחורים חמישה־ממדיים לבין תופעות הקשורות בטמפרטורות גבוהות בעולמנו.



איור מס' 6 – מיתר סגור סובב במרחב "אנטי דה סיטר"

בנוסף, לאחרונה התרחבה הפיזיקה ההולוגרפית לכיוון הפיזיקה של החומר המעובה: בעזרת תיאור הולוגרפי מנסים פיזיקאים להבין תופעות סבוכות בתחום העל־מוליכות. זהו תחום חשוב בפיזיקה של חומרים בעלי התנגדות חשמלית אפסית. שיטות אנליטיות "קונבנציונליות" נתקלו בקשיים, והתקווה היא שההולוגרפיה תוכל לשפוך אור חדש על תחום מרכזי זה.

פריצת הדרך של מלדסנה הובילה לשינוי תפיסתי בפיזיקה התיאורטית. תיאור מסובך בעזרת פיזיקה "סטנדרטית" בארבעה־ממדים ניתן היום לפישוט רב בעזרת תיאור במרחב בעל חמישה ממדים.

התיאור ההולוגרפי של הפיזיקה של הכוח החזק הזכיר לפיזיקאי הדגול **אלכסנדר פוליאקוב** את משל המערה של אפלטון. במשל רואים יושבי המערה את הצללים שעל קיר המערה ומדמים לעצמם, בבערותם, שזוהי המציאות. אולם המציאות העמוקה יותר היא, כמובן, תופעות הטבע אשר יוצרות את הצללים. כך גם בהולוגרפיה: תופעות הכוח החזק ניתנות לתיאור פשוט בעזרת המרחב החמישה־ממדי. התמונה המתקבלת משתקפת בעולמנו הארבעה־ממדי על־ידי השלכת התהליכים הפיזיקלים של תורת המיתרים על שפת ה"כדור" (מרחב אנטי דה־סיטר). תמונה זו נראית, כמובן, מורכבת למדי. עד לפרסום מאמרו של מלדסנה נדמה היה לאנשים הצופים שהם רואים תופעות, בעוד שלמעשה הם ראו את הצללים המשתקפים מממדים אחרים שהם, בעצם, מקור התופעות!

כיצד אנו צריכים אפוא לפרש את תמונת ההולוגרפיה? האם עלינו לקבל את הפיזיקה החדשה ככלי – כלומר, לקבל את ההולוגרפיה כאמצעי חישובי ותיאורטי בלבד – או שמא עלינו ללכת צעד נוסף ולדמות, שאנו אכן חיים בעולם שבו חמישה ממדים? ■

adi.armoni@gmail.com

42 שנות התפתחות תורת המיתרים

כאמור בגוף המאמר, לידתה של תורת המיתרים במאמרו של **גבריאל ונציאנו** משנת 1968. זמן קצר לאחר פרסום מאמר זה הבינו הפיזיקאי היפני הדגול **יויצ'ירו נמבו**, חתן פרס נובל לפיזיקה לשנת 2008, ומדענים אחרים, שהנוסחה של ונציאנו מתארת אינטרקציה בין מיתרים פתוחים. ההכללה למיתרים סגורים נעשתה מייד לאחר מכן.

כך נוצרה תורת המיתרים הראשונה, שנקראה "**תורת המיתרים הבוזונית**". עוד בחיתוליה התברר שתורה זו היא בעייתית. היא חוזה חלקיק טכיוני – כלומר, חלקיק הנע אחורה בזמן. כמו כן, היא חוזה חלקיק חסר מסה בעל תנע זוויתי כפול משל הפוטונים (חלקיקי האור) – חלקיק שמעולם לא נצפה. ולבסוף, התורה מחייבת קיום של 26 ממדים.

הפיזיקאי **פייר רמונד** גילה בשנת 1971 שניתן ליצור תורות מיתרים אחרות, שנקראות כיום "**תורות מיתרים סופר־סימטריות**". תורות אלה מוותרות על החלקיק טכיוני, אך עדיין הן מצריכות 10 ממדים.

בשנת 1974 כתבו הפיזיקאים **יואל שרק וג'ון שוורץ** מאמר נועז: הם הציעו שהחלקיק חסר המסה, בעל הספין (תנע זוויתי פנימי) הכפול ביחס לפוטון, הוא הגרוויטון! כלומר, הם הראו שמתורת המיתרים הקוונטית מתקבלת תורת היחסות הקלסית של אינשטיין. אי לכך הם הציעו לזנוח את תורת המיתרים כתורה של הכוח החזק ולאמצה כתורה בסיסית של גרוויטציה קוונטית. כדי לפתור את בעיית הממדים הנוספים הם הציעו מכניזם, שבו הממדים המיותרים הם כה מכורבלים וקטנים, שלא ניתן לצפות בהם.

בשנות השבעים פינתה תורת המיתרים את הבמה לתיאוריית הכרומודינמיקה הקוונטית, ורק קומץ פיזיקאים המשיך לעבוד עליה. פריצת הדרך החשובה מכול, לפחות מבחינה היסטורית, הייתה בראשית שנות השמונים. **מייקל גרין וג'ון שוורץ** הראו שמכניזם מורכב ויפה (הנקרא היום "מכניזם גרין־שוורץ") מאושש את תורת המיתרים הסופר־סימטרית כתורה עקבית של גרוויטציה קוונטית. מרגע זה השתכנעה קהילת הפיזיקאים שתורת המיתרים היא התורה העקבית היחידה לתיאור גרוויטציה קוונטית. רבים זנחו את עבודתם הקודמת והחלו לעבוד על תורת המיתרים.

בעקבות זאת הופיעו באמצע שנות השמונים מספר תורות מיתרים סופר־סימטריות לתיאור כל החלקיקים היסודיים בטבע (!), שנראו ריאליסטיות. סך־הכול ידועות היום חמש תורות מיתרים סופר־סימטריות, וכולן מחייבות 10 ממדים. בשנת 1995 איחד הפיזיקאי־מתמטיקאי החשוב **אדוארד ויטן** את כל חמש תורות המיתרים, ואף גרס שכולן קשורות לתורה אחד־עשר־ממדית.

כיום, הקהילה המדעית חצויה בין אלה הסבורים שתורת המיתרים היא־היא התורה המתארת גרוויטציה קוונטית, לבין אלה המפקפקים בכך. כמו בכל תחום אחר בפיזיקה, רק הניסיון יכול להפריך או לאושש את התורה. ההנחה השמרנית הרווחת היא שככל הנראה, אין בידינו לבחון כרגע (באמצעות הכלים הניסויים העומדים לרשותנו) את תורת המיתרים, ולכן ייתכן שניאלץ להמתין שנים רבות עד לאישושה או להפרכתה כתורה יסודית של הטבע. כל זאת אינו גורע מיכולתה של תורת המיתרים לשמש ככלי חשוב בהבנתו של הכוח החזק.

אריק גלסנר

הטורף

ספרו החדש של ג'ונתן ספרן פויר, "לאכול בעלי חיים", מציע לנו תפיסת מוסר הומניסטית חדשה, הנובעת עקרונית מהתיאוריה הדרוויניסטית: אם כולנו בעלי חיים, יש לנהוג בחיות כמעט כמו בבני אדם. אריק גלסנר תוהה אם מוסר כזה יהפוך אותנו לאנשים טובים יותר

■ אם לשפוט לפי התנהגותי מאז שסיימתי את הקריאה בספרו של ג'ונתן ספרן פויר "לאכול בעלי חיים", הרי שהוא ממלא את ייעודו. אני מתקשה מאוד לאכול בשר מאז סיום הקריאה. אני מעריך שזה יעבור לי ולא אהפוך לצמחוני אדוק, אבל ספרן פויר בהחלט משכנע בכמה טיעונים מרכזיים. על אף שניגשתי לספר מתוך רתיעה מוקדמת, ועל אף שהסתייגויותי נותרו בחלקן בעינן גם בסיום הקריאה – ואפרוש אותן להלן – זהו ספר חשוב. הוא חשוב במה שהוא טוען; חשוב בגין מה שאפשר לטעון כנגדו; חשוב בגין הסוגיות שהוא מעורר במכוון ושלא במכוון.

הספר חשוב במה שהוא טוען, ובראש ובראשונה בהעלותו למודעות את מה שקרה בתחום גידול בעלי החיים בעשורים האחרונים, את הולדתה של "החקלאות התעשייתית": "**חקלאות תעשייתית, בדומה לפורנוגרפיה, קשה להגדרה אבל קלה לזיהוי. במובן צר, זו שיטה של חקלאות מתועשת ואינטנסיבית שבה חיות – שמוחזקות במקרים רבים ברבבותיהן, או אפילו בקבוצות של מאות אלפים – מהונדסות גנטית, תנועתן מוגבלת והן מוזנות בתפריטים לא טבעיים** (**שכמעט תמיד מכילים תרופות שונות**) [...] **חקלאות תעשייתית היא דפוס חשיבה: הפחתת עלויות הייצור למינימום המוחלט והתעלמות שיטתית מעלויות כמו הידרדרות סביבתית, מחלות של בני אדם וסבל של חיות**".

99 אחוזים מכל חיות היבשה שנאכלות או מפיקות חלב או ביצים בארצות־הברית, מגודלות בשיטת החקלאות התעשייתית. כלכלת, החקלאות התעשייתית גרמה להיעלמותם של משקים קטנים והחלפתם בתאגידים. השינויים והריכוזיות העכשוויים הם דרמטיים (הנתונים נוגעים לארצות־הברית, אבל התהליכים הללו דומים בכל העולם): "**בשנות החמישים והשישים התחילו החברות לגידול עופות להשיג אינטגרציה אנכית מלאה. הן שולטות במאגר הגנטי** (**היום שולטות שתי חברות בשלושה רבעים של הגנטיקה של כל הפטמים על פני הפלנטה**)**, בעופות עצמם** (**החקלאים רק מטפלים בהם, כמו מדריך במחנה קיץ**)**, בתרופות הדרושות, במספוא, בשחיטה, בעיבוד ובמותגי השוק. לא, לא רק הטכניקות השתנו: מחלקות אוניברסיטאיות לגידול בעלי חיים נעשו מחלקות למדעי בעלי החיים, עסק שבעבר שלטו בו נשים עבר עכשיו לשליטה של גברים, וחקלאים מיומנים הוחלפו בשכירים ובעובדי קבלן**".

כתוצאה מהתפתחות החקלאות התעשייתית מחירי המזון אכן לא עלו בהרבה בעשורים האחרונים, מודה ספרן פויר (עמ' 117), אבל הוא מזים בקלות את הטיעון ששיטות הגידול החדשות של החיות נועדו ל"האכלת הרעבים": המזון שאנו מגדלים על מנת להאכיל את החיות, בא על חשבון גידולים להאכלת בני אדם. לו היה פוחת מספר החיות שמגדלים בני האדם, היה ניתן להאכיל פיות רעבים במזון צמחוני: "**איך נגדיר פשע כמו החקלאות התעשייתית, שמשתמשת בכל שנה ב־756 מיליון טונות של חיטה ותירס, הרבה יותר מהדרוש להאכיל כיאות את 1.4 מיליארד בני האדם שחיים בעוני מחפיר?**"

ההתפתחות הכלכלית הדרמטית של החקלאות התעשייתית בעשורים האחרונים היא חלק מתהליך רחב יותר בהתפתחות הקפיטליזם, שספרן פויר לא דן בו. במחשבה הניאו־מרקסיסטית, למשל בכתיבתו של מבקר הספרות והתרבות החשוב פרדריק ג'יימסון (בעקבות ההיסטוריון והכלכלן ארנסט מאנדל), מתוארים העשורים האחרונים של המאה העשרים כתקופה שבה חדר הקפיטליזם לשני מעוזים שעד אז היו חתומים בפניו: **החקלאות הפרה־תעשייתית והלא־מודע.** הולכים ומתמעטים האיים של טבע פראי, ללא מגע יד אדם, אם בתוכנו פנימה ואם ברחבי הפלנטה.

החקלאות התעשייתית נוגעת באחד ממוקדי העצבים הרגישים של זמננו מכיוון נוסף, שגם עליו ספרן פויר לא מתעכב: היא מטשטשת את הגבול בין טבעי למלאכותי; זאת כיוון שהיא "מייצרת" בעלי חיים בכמויות מסחריות ובאופן שמרחיק אותם יותר ויותר ממצבם הטבעי. ספרן פויר מביא את הנתון המצמרר הבא, שמדגים את השפעת ההנדסה הגנטית: "**מ־1935 עד 1995 גדל משקלו הממוצע של פטם ב־65 אחוזים, ודרישות המזון שלו ירדו ב־57 אחוזים. כדי לקבל מושג על הקיצוניות של השינוי הזה, תארו לכם ילדים אנושיים גדלים למשקל מאה חמישים קילוגרמים בעשר שנים, ואוכלים רק חטיפי גרנולה וגלולות ויטמינים**".

אבל עניינו העיקרי של ספרן פויר אינו בהיבט הכלכלי ואינו במעמדן האונטולוגי של החיות, ועל אף שבספר מופיעים גם טיעונים בריאותיים משכנעים למדי נגד החקלאות התעשייתית, גם הם לא העיקר. עיקר הטיעון של ספרן פויר הוא מוסרי; תיאור סבלן



אדריאן ארהארדט, "4°C", 2010. "4 לפנות בוקר, בית מטבחיים תעשייתי בצרפת. טמפרטורה של 4 מעלות, אווירת חדר ניתוח, משחיזים סכינים, הבשר נוסע במסלולו, הקצבים מתכוננים, כל אחד עושה את תפקידו כמו במופע בלט." / Adrien Ehrhardt ©

של החיות תחת משטר החקלאות התעשייתית. בתיאור זה הסופר עושה עבודה מרשימה. העלאה למודעות ותיאור פלסטי מצמרר של חיי החיות כיום הם בעלי חשיבות רבה, כי כמו שספרן פויר אומר וצודק: "**הצלחת החקלאות התעשייתית תלויה בדימויים הנוסטלגיים של צרכנים על ייצור המזון – הדייג האוסף דגים ברשתו, מגדל החזירים שמכיר אישית כל חזיר בדיר שלו, מגדל תרנגולי ההודו שצופה במקורים שסודקים את קליפות הביצים**". ובכן, לאותם 99 אחוזים מהמשקים החקלאיים שהפכו רכוש תאגידי, התיאורים הפסטורליים הללו אינם רלוונטיים. הספר, בספקו תיאורים מזעזעים של ההתעללות בבעלי חיים הנעשית דבר יום ביומו, מצדיק את קיומו כבר בכך. אני חוסך לקוראים תיאורים כמו, למשל, זה של תהליך שחיטת החזירים, המובא בפירוט. הספר הזה עוקר אחת ולתמיד מהראש את התמונה הפסטורלית הרווחת על גידול בעלי חיים.

ספרן פויר משכנע בכך שחקלאות תעשייתית יוצרת סבל שאיננו יכולים להתעלם ממנו. הוא משכנע בכך שהמין האנושי איבד כל בושה וחמלה במלחמה שהכריז על בעלי החיים. וזוהי מלחמה: "**טכנולוגיות מלחמה, פשוטו כמשמעו, יושמו בשיטתיות בדיג. מכ"ם, מדי עומק הֶדיים** (**ששימשו בשעתם לגילוי צוללות אויב**)**, מערכות ניווט אלקטרוניות שפותחו בידי חיל הים האמריקני, ובעשור האחרון של המאה העשרים הופיעו מתקני GPS מונחי־לוויינים שמספקים לספינות הדיג יכולות חסרות תקדים לזהות מוקדי דגה**". בצד נושאו המוצהר וטיעוניו החשובים מעוררי המחשבה, ספרו של ספרן פויר מעלה, במודע ושלא במודע, שתי סוגיות פילוסופיות־חברתיות חשובות ביותר: א) פוסט הומניזם ב) הפוריטניות החדשה.

הספר הזה, "אנושי" ככל שהנו, הוא יצירה פוסט הומניסטית מובהקת. איני מתכוון דווקא לשלילה בתואר הזה, אלא לתיאור ניטרלי. הפוסט הומניזם של ספרן פויר מתבטא במקומות הרבים בספר בהם, כמעט בבלי דעת, הוא מבקש להחיל את האתוס

<<

<< הדמוקרטי על בעלי החיים: **"אין זה מפתיע"**, הוא כותב, **"שרוב האנשים לאורך ההיסטוריה קיבלו כנראה אכילת חיות כעובדת חיים יומיומית. באותה מידה אין זה מפתיע, שלאורך כל ההיסטוריה האנושית היו בני אדם שהחזיקו בני אדם אחרים כעבדים"**.

נגד הגישה הרפורמיסטית לגידול בעלי חיים, זו שיוצאת נגד החקלאות התעשייתית אך מקבלת גידול בעלי חיים למאכל במשקים שבהם היחס לחיות הומני יותר, נטענת שוב ושוב טענה מהאתוס הדמוקרטי: **"הנימוקים האלה נשמעים זהים באופן מחריד (והם זהים מבחינה מבנית) לטיעונים של בעלי עבדים, שקראו לשפר את ההתייחסות לעבדים בלי לבטל את העבדות"**.

אם תרצו, הספר הזה מבטא תגובה מאוחרת לגילוי הדרוויניסטי על כך, שהאדם הוא חלק אינטגרלי מממלכת הטבע. הגילוי הדרוויניסטי, מזווית מסוימת, הופך להכרחית את לידתה של מחשבה פוסט הומניסטית, שאינה מקבלת את יתרונו של האדם על שאר הברואים. כמו שכתב דוסטויבסקי ב"שדים", כשנחרד מהשלכות הדרוויניזם: תולדות האנושות נחלקים לשניים: מהקוף ועד לאדם שמגלה שמוצאו מהקוף – ומהאדם שמגלה שמוצאו מהקוף בחזרה לקוף. גם בלי התחזית האפוקליפטית של דוסטויבסקי, להורדה העצמית של נזר הבריאה מראש האדם יש מחיר נפשי ורוחני, שראוי לתת עליו את הדעת.

ספרן פויר מודע, כמובן, לכך שבני אדם שונים מחיות. אך התחושה היא שהוא משתמש בהבדל הזה באופן אינסטרומנטלי, כהצדקה נוספת לכך שעלינו להטיל על עצמנו חוקי מוסר וכללים חדשים, ולא לנהוג בחיות "כמו חיות". ספרן פויר משתמש, מצד אחד, באתוס הדמוקרטי הפוסט הומניסטי כדי למחות נגד עינוי אחינו בעלי החיים, ומצד שני, הוא משתמש באופן אינסטרומנטלי ביתרון האנושי על מנת להשיג אותה מטרה. הוא כותב: **"אכילת בשר היא אולי 'טבעית', ורוב בני האדם מוצאים אותה קבילה – אין ספק שבני אדם עשו זאת זמן ארוך מאוד – אבל אלה אינם נימוקים מוסריים. לאמתו של דבר, החברה האנושית בכללותה והקדמה המוסרית מייצגות התעלות מפורשת על מה ש'טבעי'"**.

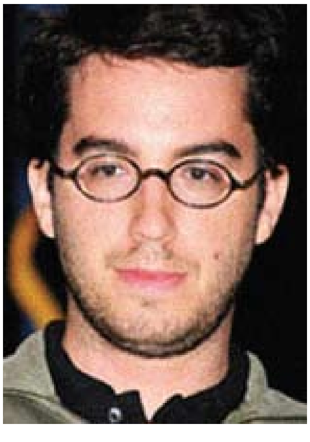
הסוגיה השנייה שהספר מעלה היא מה שניתן לכנות "הפוריטניות החדשה".

קשה להימלט מהתחושה שהספר הזה מבטא מגמה תרבותית מוסרנית ופוריטנית. ספרן פויר פונה שוב ושוב אל המוסר האנושי: "אמור לי משהו: **למה חוש הטעם, הגס מכל החושים שלנו, פטור מכללי המוסר ששולטים בחושים האחרים שלנו?**" מאלפת העובדה שלפנייה לחוש המוסרי הזה נלווית פנייה לתבונה: **"הרגשתי שהשכחה המכוונת שהייתי בטוח כי היא נחוצה לאכילת בשר, עומדת בסתירה גדולה מדי לחיים האינטלקטואליים שניסיתי לעצב. חשבתי שהחיים יכולים, צריכים וחייבים לציית למסגרת של תבונה"**.

"האם הניסיון לא לאפשר – ולו מוצא קטן – ליצרים הסדיסטיים שקיימים בנו, לא יגרום להם להתפרץ במקום אחר? אולי ציוויליזציה שאינה מאפשרת תוקפנות מתונה תוביל לתוקפנות שתפרוץ בשאגה (הדוגמה של היטלר הצמחוני דמגוגית, אבל מבהירה טוב כל־כך את העיקרון הזה)?

אבל האם חיים שבהם אנו נוהגים רק לפי המצפון והמוסר, חיים שבהם אנו נמנעים יותר ויותר מטרנסגרסיות ומביטוי משוחרר של היצר, או חיים לפי התבונה, הם חיים **שראוי** לחיותם, או **שניתן** לחיותם? האם הם אינם מעוותים? גורמים לעיוותים? ואולי אף יש קשר שאיננו רוצים לחשוב עליו עד הסוף, בין חדוות חיים ותשוקת חיים לתוקפנות מתונה? האם אין אמת עמוקה באמרה העממית, ש"כל מה ששווה בחיים האלה הוא או לא מוסרי או לא בריא או לא חוקי?"

ספרן פויר כותב: **"טענה נודעת של טולסטוי אומרת, כי יש קשר בין קיומם של בתי מטבחיים ושדות קרב. בסדר, אנחנו לא יוצאים למלחמות כי אנחנו אוכלים בשר, ויש מלחמות שצריך ללחום אותן – ובל נשכח שהיטלר היה צמחוני. אבל חמלה היא שריר שמתחזק עם השימוש בו, והתרגיל הקבוע של העדפת חביבות על אכזריות ישנה אותנו"**. תפיסת האדם של ספרן פויר היא אוטופית להדהים: האדם יכול להכרית מקרבו את רגשי הרוע על־ידי תרגול שריר החמלה. האומנם התפיסה הזו נכונה? האם האדם אכן טוב מיסודו, או שניתן לטייב אותו עד שיצריו הקמאיים פשוט יימוגו (פרויד וניטשה, לפחות, לא סברו כך)? האם הניסיון לא לאפשר – ולו מוצא קטן – ליצרים הסדיסטיים שקיימים בנו, לא יגרום להם להתפרץ במקום אחר? אולי ציוויליזציה שאינה מאפשרת תוקפנות מתונה תוביל לתוקפנות שתפרוץ בשאגה (הדוגמה של היטלר דמגוגית, אבל מבהירה טוב כל־כך את העיקרון הזה)?


ג'ונתן ספרן פויר

מלחמת העולם השנייה והשואה, שהעיסוק בה ניצב בלב שני ספרי הפרוזה של ספרן פויר, מצויה גם ברקע של הספר הזה. בפתח





אדריאן ארהארדט, "4°C", 2010 / © Adrien Ehrhardt

הספר, למשל, ספרן פויר מספר על סבתו ששרדה את השואה ומאז דאגה להאכיל את בני משפחתה באובססיביות. ובבשר. אבל הנוכחות של מלחמת העולם השנייה בספר הזה עמוקה יותר. הספר יוצר קשר דומה לזה שיצר יצחק בשביס־זינגר בין התוקפנות האנושית שהתגלתה בשואה לבין אכילת בעלי חיים, קשר שיצר באמרתו המפורסמת ש"עבור בעלי החיים – כל יום הוא טרבלינקה". הספר הזה, אם כן, מצטרף לתהליך רוחני אדיר, בעל היסטוריה ארוכה, של חיפוש דרך שפקד את העולם המערבי בעקבות מלחמת העולם השנייה: כיצד נתמודד עם המפלצתיות שהתגלתה באנושות? דומה כי התשובה של ספרן פויר, הלקח של מלחמת העולם השנייה לדידו, הוא שהאדם מכיל בתוכו יסוד מפלצתי, ושיש לפיכך לעוקרו משורש.

אבל היו גם כאלה שהפיקו לקחים אחרים לחלוטין ממלחמת העולם השנייה. זרמים מסוימים בביקורת התרבות האמריקאית בשנות השישים, שהושפעו מפרויד וממסתו "תרבות בלא נחת", סברו שהלקח ממלחמת העולם השנייה הוא שצריך לרופף מעט את מוסרות הציוויליזציה. אושוויץ לא קרתה **למרות** גתה וקאנט; אושוויץ קרתה **בגלל** שציוויליזציה שעסוקה יותר ויותר בתרבות ובסובלימציה, שכופה יותר ויותר איסורים תרבותיים, סופה שהיא מביאה את בניה, שאינם יכולים לשאת עוד את איסוריה, לפריקת עול נוראה. הזרמים הללו היו הסנדקים האינטלקטואליים של המהפכה המינית באמריקה (ההוגה הבולט בזרם הזה הוא נורמן או. בראון). אבל ניתן להשתמש בביקורתם כנגד דיכוי המיניות גם לסוגיית דיכוי התוקפנות.

ספרן פויר מדבר על כך, שאנשים כיום אוכלים הרבה יותר בשר מבעבר. הוא מביא נתונים מדהימים ואכן מקוממים: אמריקאים אוכלים פי 150 עופות ממה שאכלו לפני שמונים שנה. אבל האם אכילת חיות מתונה, אכן מתונה בהרבה מהמספרים הללו, אינה מחיר סביר לשחרור קיטור תוקפני, שאם לא כן יתפרק במקום אחר? בבחינת "במקום שלא צולים חיות עוד ישרפו בני אדם"?

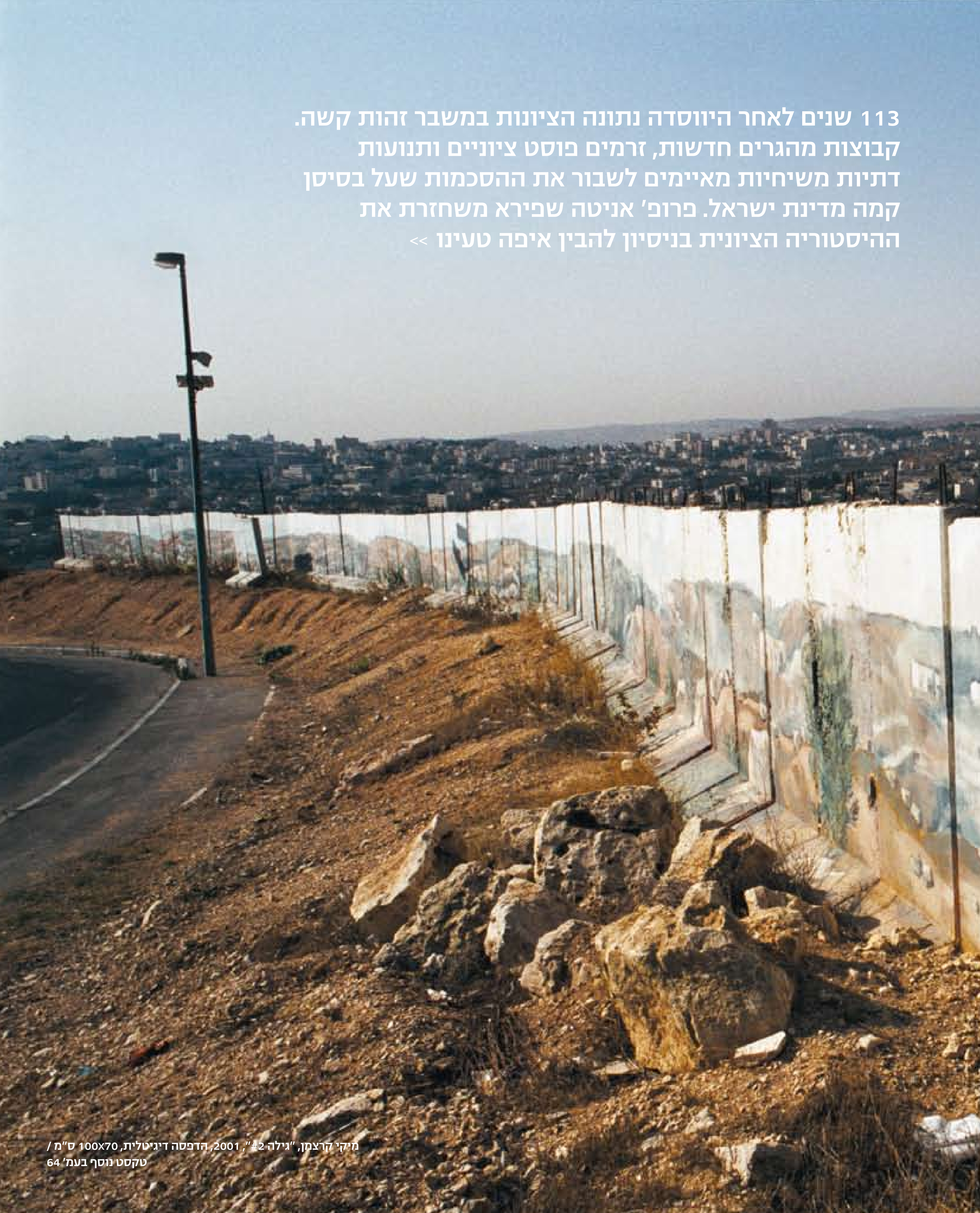
אריק גלסנר הוא סופר ומבקר ספרות

שיחה עם פרופ׳ אניטה שפירא / דודי גולדמן

מאין באנו?
לאן אנחנו הולכים?



113 שנים לאחר היווסדה נתונה הציונות במשבר זהות קשה. קבוצות מהגרים חדשות, זרמים פוסט ציוניים ותנועות דתיות משיחיות מאיימים לשבור את ההסכמות שעל בסיסן קמה מדינת ישראל. פרופ' אניטה שפירא משחזרת את ההיסטוריה הציונית בניסיון להבין איפה טעינו >>



מיקי קרצמן, "גילה 2#", 2001, הדפסה דיגיטלית, 100X70 ס"מ /
טקסט נוסף בעמ' 64

<< ■ אין ספק שמדובר בפלא. אם תרצו להשתמש בשפה דתית – סוג של נס. במהלך שהתרחש כהרף עין במושגי זמן היסטוריים, חזר העם היהודי אל הזירה המדינית והבינלאומית. קצת יותר מ־110 שנים חלפו מאז התכנס הקונגרס הציוני הראשון והוכרזה הלאומיות היהודית החדשה, והיהודים המוכים, הנרדפים והמפוזרים בין כל אומות העולם, חזרו אל תוך ההיסטוריה כעם. התנועה הציונית חוללה את אחד המהפכים הלאומיים המרתקים בתולדות הלאומיות המודרנית, מהפכה שהביטוי המלא שלה הוא הקמת מדינת ישראל.

ודווקא היום, 62 שנים לאחר הקמתה, גוברת תחושת הארעיות והשבריריות של המפעל הציוני, מתרחבים הבקיעים בתוך החברה ונדמה כי המשותף, זה שכינס למקום אחד פליטים מכל רחבי תבל, הולך ונסוג מפני המפריד. בישראל המודרנית מתחדדים הקרעים בין קבוצות אתניות ותרבותיות; הוויכוח על אופייה וערכיה של המדינה הולך ומחריף; החיבור בין דת ולאום מתגלה כבעייתי; העקרונות האירופיים הדמוקרטיים והליברליים, שהיוו את בסיס האתוס הציוני, אינם מקובלים על חלקים גדולים מאזרחי המדינה; הלגיטימיות של ישראל בעולם נמצאת תחת מתקפה; והסיכוי לפשרה בין ישראל לעולם הערבי נראה רחוק מתמיד.

שני הזרמים המרכזיים של התנועה הציונית – תנועת העבודה והרוויזיוניזם – נולדו באירופה. לשניהם רקע ותרבות משותפים. ההכרזה על הקמת מדינת ישראל הביאה גלי הגירה של אוכלוסיות, שלא הכירו ולא הזדהו עם האתוס ההיסטורי שליווה את ראשית המפעל הציוני. בהיעדר חוקה מוסכמת ומחברת, יכולות היו קבוצות מהגרים שזה מקרוב באו, להציע אלטרנטיבה רעיונית ולהחליף במהירות חלק מהעקרונות ומערכות הערכים ששימשו את הקבוצות המייסדות.

הקבוצה הדתית־לאומית, שהיססה בתחילה אם ועד כמה להתחבר אל הציונות החילונית המתריסה, נאלצה להתגונן מפני היהדות האורתודוקסית. למרות זאת היא בחרה בציונות, ואחרי מלחמת ששת הימים עברה מהפך וראתה עצמה כזרם מוביל בתחיית העם היהודי, תוך חיבור בין ציונות למשיחיות.

זרמים משיחיים, שתמיד היו רחוקים מהקונצנזוס הדתי, הפכו למקובלים ואף למובילים. החיבור בין קבוצות המהגרים והזרם המשיחי־ציוני הביא למאבק תרבותי, למהפכת אליטות ולשינוי אופייה של מדינת ישראל. ככל שהקרע מתרחב גוברת הקיצוניות, ואלמנטים כוחניים, בלתי דמוקרטים מטבעם, מפלסים את דרכם אל המרכז הפוליטי, תוך שהם קוראים להוציא אל מחוץ לגדר כוחות המתנגדים להם. לראשונה בתולדות מדינת ישראל נדמה, כי הקרע החברתי והבעיות הפנימיות מסוכנים לעתיד המדינה לא פחות מהאיומים החיצוניים.

ההיסטוריונית **אניטה שפירא** מסמלת בסיפור חייה ובעבודתה את תולדות התקומה הציונית בארץ ישראל. היא נולדה באירופה אל תוך מלחמת העולם ועברה שם את השואה כילדה. שפירא הגיעה לארץ רגע לפני קום המדינה והפכה לאחת המומחים והבקיאים בתולדות הציונות ובהבנת אופייה ודרכי פעולתה של תנועת העבודה – הזרם המרכזי שהוביל את הקמת מדינת ישראל.

בעתות משבר, כאשר ההווה מאיים והעתיד שרוי בערפל, נוח לנסות לחזור אל העבר, להבין את הסיבות שבגללן הוקמה המדינה, לשחזר את השורשים שמהם התפתח העץ הציוני, לפענח את התהליכים כדי לאתר היכן ממוקמות נקודות הפיצול ומה משמעותן. האם להיסטוריה הציונית יש גרסה מוסכמת, או שמדובר בנרטיבים רבים ושונים? האם אנחנו יכולים ללמוד משהו מההיסטוריה שלנו? האם להיסטוריון כלי ניתוח טובים מלאחרים? האם ביכולתו לגלות לנו משהו על מה שצופן לנו העתיד?

פרופ' שפירא, נתחיל מההתחלה. יש ויכוח אקדמי על לימודי ההיסטוריה. האם להבנתך היסטוריה היא מדע או סוג של סיפור? האם היסטוריון מתאר או ממציא? האם ניתן ללמוד משהו מן ההיסטוריה?

היסטוריה איננה מדע. היא דיסציפלינה – כלומר, שיטת מחקר. במאה ה־19, כאשר נוצרה ההיסטוריוגרפיה המודרנית, התקנאו מדעי החברה הרוח במדעים המדויקים ובמדעי הטבע, שעמדו על יסודות של ניסוי וניבוי, ורצו לאמץ את המתודה המדעית. קארל מארקס הצהיר שתורתו היא מדעית, שיש ביכולתה לנבא את ההתפתחות האנושית העתידית, וניסה לטעון שההיסטוריה (כמו הכלכלה) היא סוג של מדע. אבל להבנתי, ההיסטוריה אינה מדע, ולו בשל העובדה שאין לנו אפשרות של ניסוי או של ניבוי. לכן הדבר היחיד שאפשר להגיד על ההיסטוריה – כמו על מדעי אדם אחרים – הוא, שאנחנו משתדלים להגיע בשיטות מחקר מוסכמות למה שנדמה לנו כתיאור אמיתי של מה שקרה.

ברור שאנחנו רק בני אדם, וגם כאשר אנחנו מאוד מתאמצים ומשתדלים לדחוק הצידה דעות קדומות, לא תמיד אנחנו מצליחים. אני רק יכולה לומר, שאנחנו לפחות משתדלים. היסטוריון מקצועי משתדל לא להמציא ולא לסלף. הוא נותן לחומרים ולמסמכים את המשקל, שנדמה לו שהוא המשקל הראוי. נכון, בסופו של דבר הוא מחליט לאילו חומרים להתייחס ומה המשקל הראוי להם. כאן נכנס האלמנט האישי, שלעתים הוא מושפע ממיני רצונות, דעות ואמונות שאין מקומם במחקר ההיסטורי. כמו בכל תחום, יש היסטוריונים טובים ויש פחות טובים.

האם את או אנחנו יכולים להעריך, עד כמה הסיפור ההיסטורי המקובל מתאר את מה שקרה באמת? "ההיסטוריונים החדשים", למשל, טענו,



פרופ' אניטה שפירא

"יש בארץ שתי ממלכות נפרדות: ישראל שבצד האחד של הקו הירוק – דמוקרטית, מתקדמת, נאורה, מבקשת לטפח זכויות אדם, וישנה ישראל מהצד השני של הקו הירוק – שבה אין זכויות אדם, שבה מיעוט תוקפני ומאורגן יכול לכפות בכוח את דעתו על ציבור גדול ואדיש, שבה קיימת גזענות דה־פקטו, ובה גם מותר להשתלח במתנגד ולהציג כל מי שאין מקבלים את דעתו כאילו הוא בוגד בלאום"

שההיסטוריונים שקדמו להם עיוותו את המציאות ולא סיפרו מה באמת התרחש כאן. איך נדע האם סיפורו של ההיסטוריון מתאר מציאות, או מושפע מאמונתו ומרוח תקופתו?

אין ספק שרוח התקופה משפיעה על היסטוריונים לפחות בשתי דרכים. הראשונה, במודעות שלנו לנושאים שבהם אנו עוסקים. למשל, אני לא הייתי כותבת את הספר הראשון שלי, "**המאבק הנכזב: עבודה עברית 1929–1939**", אלמלא הייתה מול עיני המציאות של השתלבות עשרות־אלפי ערבים בעבודה מעבר לקו הירוק לאחר מלחמת ששת הימים. המציאות הזו האירה לי בצורה אחרת את

ביטוי שטבע העיתונאי שבתאי טבת לתיאור קבוצה של היסטוריונים, שמאז 1988 מתארת את ההיסטוריה של הסכסוך הישראלי־פלסטיני מנקודת מבט פוסט ציונית, תוך התמקדות במלחמת העצמאות ומלחמת ששת הימים.

מה שהתרחש כאן בתקופת היישוב ותחילת הציונות. הבנתי דברים שלא יכולתי להבין מתוך הניסיון המוגבל שלי – כמי שגדלה כאן לאחר קום המדינה. גם הדוגמה שאתה מביא חשובה. ההיסטוריונים החדשים, ובעיקר **בני מוריס**, פתחו למעשה זווית מחקר נוספת שלא זכתה להתייחסות מספיקה. הם הביאו לתודעה שלנו את הנושא של הפליטות הערבית.

רוח התקופה משפיעה גם על הצורה שבה מטפלים בנושאים ומבינים אותם. אני מוצאת את עצמי נזהרת משימוש בביטוי "ציונות" בעשורים האחרונים. בעבר לא הייתה לי בעיה של ביקורת עצמית, והיום, דווקא בגלל שהציונות כל־כך מותקפת, אני נזהרת בצורת הכתיבה שלי. אני מתייחסת לדברי מתוך מחשבה שכל מילה שאני כותבת, עלולה לשמש נשק נגד משהו שיקר ללבי.

<<

<< זה לא מעיד על חוסר ביטחון במוצקות הרעיונות שלך, או, במילים אחרות, חוסר המדעיות של הרעיונות ההיסטוריים שאת מציגה?

לא. אנחנו בתקופה של מאבק אידיאי, שחשבנו שכבר תם מהעולם, ולכן אנחנו נזהרים יותר במה שאנחנו אומרים. כהיסטוריונית, אני מהלכת על גשר צר. אנחנו, המיינסטרים בהיסטוריוגרפיה של היישוב והמדינה, נזהרים שלא לתת פתחון־פה לא לשמאל הקיצוני ולא לימין הקיצוני, וזה לא פשוט. כאשר אני מתיישבת ליד השולחן וכותבת, אני לא חושבת לא על אלה ולא על אלה. אני מנסה להיות נאמנה לאמת ההיסטורית שאני מזהה. ובכל זאת, אם אני עושה את חשבון הנפש עד הסוף, אני היום אולי פחות קיצונית בהתבטאויות ובהבחנות שלי מאשר הייתי לפני 20 שנה.

האם יש דרך לשפוט בין סיפורים היסטוריים שונים?

לכל נרטיב היסטורי יש החסידים שלו. ברגע שאנחנו משתמשים במילה "נרטיב", אנחנו אומרים שלא מדובר באמת, אלא בסיפור ובבחירה שנעשתה בין סיפורים שונים. הבחירה היא עניין לטעמו האישי של כל אחד. הייתי רוצה שיבינו כי מדובר בנרטיב ויבחנו את מקורותיו, ועד כמה קרוב הסיפור שהוא מציע לעובדות, למסמכים ולסיפורים קרובים. לפי מיטב הכרתי, הנרטיב שלי יותר מתקרב למציאות מנרטיבים אחרים שמטפלים בתקופה. זה לא אומר שאני לא טועה; זה לא אומר שלא יכול להיות נרטיב אחר.

הציונות נולדה בשלהי הפריחה הלאומית באירופה. במה היא דומה או שונה מתנועות לאומיות קלסיות אחרות שהתעוררו וצמחו במאה ה־19?

הציונות, אמר פעם מישהו, היא מתנת אירופה לעם היהודי. הציונות היא חלק מגל של תנועות לאומיות שקמו באירופה, והיא רצתה לצעוד באותו נתיב. במה היא הייתה שונה? קודם־כול, בהיעדר טריטוריה מוגדרת. בנוסף, התנועה הציונית הייתה צריכה לשכנע את היהודים שאכן הם עם, במובן שהלאומיות הגדירה עמים; שיהודי היושב בתימן הוא בן אותו לאום של יהודי בפולניה. לציונות היה גם חיבור בין דת ואתניות. זה קיים גם במקומות אחרים על אף שנדמה לנו שאנחנו ייחודיים בהקשר זה, אבל בשונה מאחרים, אצלנו הדת נטמעה והותכה בתפיסה הלאומית כחלק מהסימנים והסמלים הלאומיים.

בעוד שהאירופים אימצו בהתלהבות את הרעיון הלאומי, אצל היהודים התנהל ויכוח. בקרב היהודים – יותר מאשר בקרב תנועות שחרור לאומיות אחרות – הסתובבו כמה חלופות לרעיון הלאומי. חלק מהיהודים האמינו שהקדמה, ההשכלה, המודרניזציה והאינטגרציה בתוך התרבות המקומית שבה חיו, מבטלות את הצורך בפתרון לאומי. מלכתחילה, היהודים העדיפו פתרונות אוניברסליים וקוסמופוליטיים.

גם בתוך התנועה הלאומית היהודית הוצעו כמה חלופות: הייתה הציונות שדיברה על העתקת העם מהגלות רק לארץ ישראל, הארץ המובטחת. הציונות הזו העמידה שני עקרונות: ריכוז טריטוריאלי בארץ ישראל וריבונות יהודית, והיו זרמים שאמרו, על רקע האוטואמנסיפציה, שלא צריך ריבונות; מספיקה גם אוטונומיה תרבותית. אני לא יכולה לבוא אליהם בטענות, שכן הפתרון הציוני נראה כחלום באספמיא; הרבה פחות ריאלי מהאפשרות שהיהודים יוכלו להשתלב בחברה המזרח אירופית.

רעיון ההשתלבות במרחב האירופי לא הוכיח עצמו כמציאותי, משום שכל העמים באותו מרחב שבין דנציג (גדנסק) לבין אודסה עברו זעזועים איומים בשתי מלחמות העולם. הייתי באחרונה בפולין ובמערב אוקראינה, באזור שעבר לסובייטיים בהסכם מולוטוב־ריבנטרופ, נכבש ב־1941 על־ידי הגרמנים, וחזר לסובייטים לאחר המלחמה. האוכלוסיות שם התחלפו כמעט לחלוטין. הטראומות של האזור מנעו את הסיכוי הקטן שמיעוטים, כמו היהודים, יזכו למידה של סובלנות, שתאפשר להם לחיות בשלום עם הלאומיות המקומית. בנוסף, בניגוד לארה"ב, שם המבנה החברתי מאפשר היטמעות גבוהה של קבוצות אתניות, ברור שהעמים במזרח אירופה נהנים מאוד מהאחידות האתנית שלהם. ראה, למשל, את ההתנגדות של הצ'כים, כאשר הגרמנים העמידו כתנאי לקבלת צ'כיה לאיחוד האירופי את זכות השיבה של גרמנים לחבל הסודטים. גם לצ'כים וגם לפולנים, אפילו אלה שלא שנאו יהודים באופן פתולוגי, נוח יותר שאין אצלם יהודים. השינוי הזה באירופה הוא, להבנתי, שינוי לדורות.

חוץ מעניין הטריטוריה, במה עוד הציונות שונה מתנועות לאומיות אחרות?

הזכרתי את הוויכוח בקרב היהודים בשאלה, האם הם לאום. חוץ מזה, אני חושבת שהציונות שייכת לקבוצת התנועות הלאומיות שצמחו במרכז אירופה ובמזרחה, שם האתניות הייתה מרכיב מרכזי, בניגוד לצרפת, למשל, שהדגישה את המרכיב האזרחי – הנאמנות למדינה.

הרעיון הציוני התנדנד בין השאיפה להיות עם ככל העמים, בדומה למודל האירופי, לבין "עם לבדד ישכון" ויהווה "אור לגויים". איזו גישה ניצחה?

בנושא הזה היו ויכוחים מאז תחילת הרעיון הציוני. אחד העם ותלמידיו – למשל, אנשי ברית שלום – הדגישו את המחויבות של הלאומיות היהודית להיות "אור לגויים" – כלומר, לא להסתפק בסממנים החיצוניים של ריבונות, אלא גם לשאוף לערכים אנושיים. אחרים, כמו ברנר, שאפו שנהיה כמו כל העמים –

תנועה שהתקיימה בשנים 1925–1930 ודגלה בהקמת אוטונומיה דו־לאומית בחסות המנדט הבריטי, שתעניק לערבים וליהודים כאחד שוויון זכויות פוליטי ואזרחי מלא. עם חבריה נמנו הפילוסוף מרטין בובר והפעילים הציוניים ארתור רופין והנרייטה סאלד.



מיקי קרצמן, **"טריטוריה"**, 2005, הדפסה דיגיטלית, 90x90 ס"מ / טקסט נוסף בעמ' 64

עם ריבוני, החי מיגיע כפיו, גם אם לא נהיה בעלי סגולות רוחניות מיוחדות. הוויכוח הזה מלווה את הציונות עד היום. היום קשה לדבר על סגולות מוסריות יוצאות דופן של העם בישראל, ואשר להיותנו עם החי מיגיע כפיו, גם על כך יכולים להיות ויכוחים.

במבט היסטוריוסופי, עד כמה התנועה הציונית דמוקרטית וליברלית באופייה ובעקרונותיה?

התנועה הציונית צמחה מלמטה. היא התפתחה מתנועות ספונטניות של סטודנטים ובעלי בתים. זו לא הייתה תנועת אליטות המגיעה מהאריסטוקרטיה או מהצבא. כאשר הרצל הופיע על הבמה היהודית באירופה, הוא הוביל תנועה עממית, בעיקר של המעמד הזעיר־בורגני, שבכל מקום בעולם הוא מהווה את הבסיס לדמוקרטיה ליברלית.

אם תגיד שגם בתוך הציונות היו נימות טוטליטריות, בנוסח "הדמוקרטיה הטוטליטרית" שתיאר **פרופ' יעקב טלמון**, לא אגיד

>>

מיקי קרצמן, מבכירי צלמי העיתונות בישראל, מתעד זה 22 שנה באופן ייחודי ומרתק את הסכסוך הישראלי־פלסטיני. צילומיו של קרצמן מתעדים את פצעיה של חברה פגועה, נגועה, ותוצאותיו של כיבוש מתמשך. סדרת התצלומים בשחור /לבן צולמה במצלמת 'הולגה'. העבודות צולמו בגוש קטיף. במהלך שנת 2005, לפני הפינוי, והן מציגות תמונה עגומה של הרס ונטישה. קרצמן עובד כבר שנים לצידו של העיתונאי גדעון לוי ויחד הם יוצרים את המדור "אזור הדמדומים" במוסף "הארץ". מיקי קרצמן משמש היום כראש המחלקה לצילום באקדמיה לאמנות ועיצוב "בצלאל" בירושלים. הציג תערוכות יחיד רבות בארץ ובעולם במוזיאונים מרכזיים.



מיקי קרצמן, **"טריטוריה"**, 2005, הדפסה דיגיטלית, 90x90 ס"מ

<< שזה בלתי נכון. היו בקרב חסידי הציונות גילויים של להט, אנשים שלא קיבלו את גזירת הגורל, את עמדת הרוב, ואף התריסו נגדה. אבל בסופו של דבר, ככל שהתנועה הלכה והתמסדה, כשעברה מתנועה של מעטים לתנועה של המונים, הלך והתחזק בציונות האלמנט הדמוקרטי.

הליברליות היא כבר סיפור אחר. עד שנות ה־60 זו הייתה תנועה של העם למען העם. דוד בן־גוריון אמר, "אני לא עושה מה שהעם אומר לי, אלא מה שטוב לעם". היה חוסר אמון בהמונים, ביצר שלהם, בכיוונים שאליהם הם עלולים להוביל את התנועה. בהתאם לרוח התקופה הייתה תחושה – בעיקר אצל הסוציאליסטים – שהם יודעים מה טוב לעם, וששר ההיסטוריה הטיל עליהם לכוון את הגה הספינה הציונית על־פי דרכם. בדרך־כלל לתנועה הציונית־סוציאליסטית לא הייתה סובלנות כלפי דעת המיעוט. לכן, במובן המודרני, על אף שהם היו דמוקרטים – הם לא היו ליברלים. יש מי שמייחס לציונות סוג של תפיסה רפובליקנית של מחויבות האזרח למדינה ושל המדינה לאזרח, אבל לא בהקשר של זכויות הפרט או זכויות למיעוט.

רוב החלוצים והעולים הראשונים הגיעו ממזרח אירופה או ממדינות ערב, מקומות ללא מסורת דמוקרטית או ליברלית. אבל ההנהגה הציונית, במהלך חשיפתה המתמדת למערב, בעיקר לבריטניה, אימצה – מדעת ושלא מדעת – את הדפוסים המקובלים בדמוקרטיות המערביות. אגב, דה־גול לא היה יותר ליברלי מבן־גוריון, וספק אם צ'רצ'יל היה.

ומה באשר לתנועה הרוויזיוניסטית? האם היא האמינה בעקרונות דמוקרטיים וליברליים? השמאל האשים את הימין בפשיזם, אבל לפחות לאחר קום המדינה מנחם בגין הצטייר כליברל ודמוקרט אמיתי.

טוטליטריות היא הגדרה שתופסת לגבי השמאל והימין כאחד. ההבדל בין השמאל לימין נמצא בעיקר בטמפרמנט ובסגנון. הרטוריקה של בגין הייתה שונה משמעותית מזו של תנועת העבודה. היא באה

מעולם אינטלקטואלי ואמוציונלי שונה, ממיתוסים אחרים. תנועת חרות ואחדות העבודה יכולות היו להסכים על עקרון שלמות הארץ, אך עדיין היה הבדל גדול בין טבנקין לבין בגין. כאשר בגין דיבר על שלמות הארץ, הוא ראה עוד ועוד תל־אביב ואת בעל המלאכה היהודי. לעומתו, טבנקין ראה איכר עם מעדר ביד ורובה על שכמו. הם דיברו שפה שונה, הם דיברו לקהל שונה, והם נאחזו בסמלים שונים.

לכן, כאשר בן־גוריון מגיע להסכם ההיסטורי עם ז'בוטינסקי בשנת 1934, הציבור לא מקבל אותו. מתברר ששתי התנועות יכולות להגיע להסכמה פוליטית, אבל העולם התרבותי שכל אחת מייצגת אינו יכול להתחבר. ולכן, להבנתי, בציונות לא היה פשיזם אמיתי, אלא סוג של "יידישע פיראטים". הבריונות היהודית הייתה מרוככת. אבא אחימאיר התבטא בהערצה על בניטו מוסוליני, אבל האם הוא היה יכול ומסוגל לעשות מה שעשה מוסוליני? אני חושבת שלא. היו בשמאל ובימין געגועים לעוצמה, געגועים לממלכתיות, התלהבות מסמלים נישאים. נסחפו בזה משוררים אקספרסיוניסטיים כמו אצ"ג, שדיבר על מלכות יהודית וממלכה יהודית. בשני קצות הקשת הפוליטית הזרמים האלה ינקו את אותה מסורת מהפילוסוף ז'ורז' סורל.

פילוסוף צרפתי שהטיף למהפכנות אידיאליסטית ככלי להתחדשות מוסרית, תוך קבלת העיקרון של שימוש באלימות.

אז העקרונות הפשיסטיים לא היו חלק מתחילת הסיפור הציוני. האם ייתכן שבמדינה הציונית יש געגועים לרעיון הכוח הפשיסטי? שהמצוקה המדינית והמשבר החברתי יוצרים געגוע ליד חזקה ולמנהיגות מובילה ולא מובלת?

ההיסטוריה היא תמיד תולדות המטוטלת, הנעה בין חירות לבין סדר. בהיסטוריה היוונית מתוארת תנועה מעגלית שבמהלכה המלך נעשה רודן, ואז לוקחת את השלטון האריסטוקרטיה, שמתנוונת לאוליגרכיה, ובעקבותיה באה הדמוקרטיה, שהופכת לאוכלוקרטיה (שלטון ההמון), וחוזר חלילה. כל המשטרים נעים על המסלול הזה. תסתכל על רוסיה. מה שיש שם זה סוציאליזם? פשיזם? אולי סוג של דמוקרטיה? בוודאי שרואים שם געגועים לסדר ולסמכות. אני הייתי נזהרת מלתת הגדרות בנוסח שנות ה־30 של המאה העשרים לתופעות המתרחשות כאן ועכשיו. ההיסטוריה לא חוזרת על עצמה. זה נראה כך, אבל זו רק מראית עין. געגועים לשליט חזק אינם בהכרח געגועים לדיקטטור.

אז את לא מודאגת מתופעות כמו־פשיסטיות? התנהגות המתנחלים בשטחים, היחס לעובדים זרים, לערביי ישראל? תופעות שמזכירות את מה שהתרחש באיטליה ובגרמניה בשנות ה־30 של המאה העשרים?

כל עוד הדמוקרטיה מתפקדת, הגעגועים לדמוקרטור חזק הם תחת שליטה. כאשר יש התפרקות, כאשר מתחילה אנרכיה, כשיש תחושה שאין ממשלה או שלטון, אז זה יכול לקרות. ערב מלחמת ששת הימים בא פרופסור אקצין ליגאל ידין והציע לו לעשות פוטש. זה לא קרה, כי למרות הכול היה שלטון בישראל. השאלה הראשונה היא, האם יש מחויבות של השלטון לדמוקרטיה, ולי נראה שיש. השאלה השנייה שצריך לבדוק היא, האם קיימים מנגנונים לתיקון עצמי. כאן אני מקווה שיש. עד היום לא נעשה שום ניסיון של חונטה לתפוס את השלטון, ולדעתי, זה נובע גם מהמסורת הציונית וגם מהמסורת היהודית של אי־קבלת מרות. בנוסף, בארץ לא התפתחו מוקדי שלטון חלופיים, למשל בצבא.

יש בארץ שתי ממלכות נפרדות: ישראל שבצד האחד של הקו הירוק – דמוקרטית, מתקדמת, נאורה, מבקשת לטפח זכויות אדם, וישנה ישראל מהצד השני של הקו הירוק – שבה אין זכויות אדם, שבה מיעוט תוקפני ומאורגן יכול לכפות בכוח את דעתו על ציבור גדול ואדיש, שבה קיימת גזענות דה־פקטו, ובה גם מותר להשתלח במתנגד ולהציג כל מי שאין מקבלים את דעתו כאילו הוא בוגד בלאום. אלא שלא יכולה להיות הפרדה חדה בין שתי הממלכות, ויש זליגה מתמדת של העמדות הקיצוניות לצד האחד של הקו הירוק, מה שמתבטא בעמדות גזעניות כלפי ערבים וכלפי מיעוטים בכלל. הקיצוניות של הוויכוח הציבורי בארץ, המוטען באנרגיות שאי־אפשר למצוא במקומות אחרים, נובעת מכך ששני הצדדים לוויכוח, השמאל והימין כאחד, מרגישים מאוימים וחוששים מפני אובדן הדברים היקרים להם ביותר.

בשל היעדר פתרון מדיני לסכסוך, הרעיון של "מדינת כל אזרחיה" מרחף יותר ויותר באוויר. הרעיון הזה התגלגל כאן, בעיקר בשמאל, בשנות ה־30 וה־40 ונעלם. היום מדברים על כך משמאל ומימין. זה אפשרי? זה רצוי?

אילו לא דבק במושג "מדינת כל אזרחיה" אבק של פוסט ציונות, הייתי אומרת עלא כיפאק, בואו ננסה. מדינת ישראל יכולה להיות מדינת כל אזרחיה, ועדיין – מדינתו של העם היהודי. אבל היות שדבק במושג אבק פוסט ציוני, אני מעדיפה להשתמש במושג "מדינה יהודית ודמוקרטית". נכון שהמינוח הזה בעייתי, ובמיוחד המושג "מדינה יהודית" שיכול להתפרש באופן דתי. אני מעדיפה את המונח "מדינת היהודים". הרצל, להזכירך, דיבר על "מדינת היהודים".

מובן שבמדינה יהודית דמוקרטית יש לתת זכויות אזרחיות מלאות לציבור הערבי. אני חושבת שהם צריכים לקבל שוויון מלא וזכויות תרבותיות. אני לא מוכנה לתת להם אוטונומיה פוליטית, והשוויון המוחלט צריך להתבטא גם בשוויון חובות וזכויות. נכון ששוויון כזה אינו יכול להתבצע כאשר אנחנו בעיצומו של עימות לאומי עם הפלסטינים: ערביי ישראל הם בנאמנות חצויה ללאום שלהם ולמדינה שלהם, ואנחנו, הרוב היהודי, ממשיכים לחשוד בנאמנותם למדינה.

>>

>> אני חושבת שהשוויון צריך להיות מושג בפועל על־ידי צעדים קטנים אך מתמידים, ובעקשנות גדולה. אני גם מתנגדת לכל פרובוקציה מצידנו בקשר למעמדם של ערביי ישראל במדינת ישראל, כמו, למשל, התביעה להצהרת נאמנות. אכן, יש בין ערביי ישראל כאלה שעושים פרובוקציות, בעיקר חברי הכנסת שלהם, אבל הם המיעוט ואנחנו הרוב, ועל הרוב מוטלת חובת איפוק ואחריות, שהמיעוט לא תמיד נושא בה. נדמה לי שזאת הדרך היחידה – במבט מרחיק ראות – שבה נוכל לפתח יחסי שלום ונאמנות אזרחית. זה לא מהיום למחר וזה, כמובן, מותנה בהתפתחות היחסים בינינו לבין שכנינו.

חוזרים גם לדבר על מדינה דו־לאומית, רעיון שהדהד כאן בעיקר בקרב השמאל לפני קום המדינה ונדחה לחלוטין על־ידי הרוב. האם תיתכן היום מדינה דו־לאומית? ומה לגבי סיפוח שטחים והענקת אזרחות מלאה לפלסטינים, כפי שמציעים אנשי ימין ומתנחלים, בהם משה ארנס. זה אפשרי?

יש שתי גרסאות היסטוריות למדינה דו־לאומית. האחת של ברית שלום ושל השומר הצעיר, שהתכוונו לכך שלא ליהודים ולא לערבים תהיה ריבונות, אלא ששני הצדדים יוכרו כשני עמים בוני מדינה. זו תפיסה של דו־לאומיות שצריכה לבוא במקום הקמת המדינה היהודית, והדרך הזאת נמחקה.

היום כשמדברים על דו־לאומית, מתכוונים למדינה אחת בין הים לנהר, שבה חיים שני לאומים. גם פה יש שתי גרסאות. האחת אומרת, כולה שלי. תהיה מדינה אחת שאיכשהו ישלוט בה הרוב היהודי, על אף שיהיה בה מיעוט ערבי גדול. בדרך זאת אין מנוס משלילת זכויות אזרחיות מהלאום הפלסטיני בטווח הארוך. הגרסה השנייה מדברת על מדינה אחת מהים עד הירדן, השייכת לערבים וליהודים היושבים בה. הפתרון הזה יביא לאובדן מדינת הלאום היהודית. אפשרות נוספת היא של מדינה דו־לאומית בתוך הקו הירוק – כלומר, המדינה היהודית תוותר על אופייה ותהפוך למדינת כל אזרחיה, במובן זה שתכיר בזכויות אזרחיה הערבים לא רק כמיעוט תרבותי, אלא גם כמיעוט פוליטי, ותחלוק איתם שלטון דמוקרטי מלא.

אני לא מקבלת את הרעיון הדו־לאומי. בשום מקום בעולם הרעיון הזה לא עובד, קל וחומר במקום כמו ישראל, שבה יש התנגשות של תרבויות ודתות ולאומים, ואין שום בסיס משותף לחיים בשלום ובשלווה זה עם זה.

חלוצי התנועה הציונית הסוציאליסטית הגיעו הנה בתחושה שהם מביאים מהפכה ומייצגים את העתיד. הם פגשו כאן שרידים של היישוב הישן – קבוצות חרדיות ודתיות שבעיניהם סימלו את העבר. היום נראה כי היוצרות התהפכו. ממשיכי היישוב הישן מתחזקים ומהווים את המרכז הפוליטי, ואילו תנועת העבודה עברה לשוליים. האם אכן היה כאן קרב והושגה הכרעה?

החרדיות האורתודוקסית לא קיבלה את הציונות, במיוחד לא נטורי קרתא. כאשר קמה המדינה, בן־גוריון הבטיח לחרדים שמירה על חוקי אישות, פטור מגיוס למספר קטן של בחורי ישיבה ופטור מלא לבנות, וכן שמירה על שבת וחגי ישראל, כלומר, התנהלות לפי הלוח העברי. אלה יסודות הסטטוס־קוו המפורסם. בן־גוריון נתן מה שנתן, מתוך מחשבה שהיהדות החרדית נמצאת על סף כיליון; שהיא שריד מן העבר שייעלם במהירות.

את המציאות אנחנו מכירים: האורתודוקסיה בישראל התחזקה, חל גידול דמוגרפי עצום בקבוצות החרדיות, והן נהנות מהסדרים תומכים מצד המדינה. משנת 1977 הן גם יושבות בממשלה. במקביל לתהליך של ישראליזציה שהם עוברים, החרדים פועלים כל הזמן להבטיח, שהגדרות שונות בינם לבין הרוב החילוני או הדתי־לאומי לא ייעלמו. היום המדינה החילונית מוצאת את עצמה מוותרת על סמכויותיה בתחומים חיוניים לעיצוב פני המדינה: היא ויתרה על תכנית ליבה בחינוך, שנועדה להבטיח בסיס אזרחי משותף לכול; היא ויתרה דה־פקטו על גיוס חלקים נכבדים של האוכלוסייה החרדית. החרדיות הופכת לכוח פוליטי וכלכלי רב משקל, שיחד עם זאת, לא מוכן לשאת באחריות האזרחית בכל הנוגע לצבא, משפט, חינוך. אלה תופעות המאיימות על יציבותה של ישראל כמדינת לאום.

מה לגבי המתנחלים, הכיפות הסרוגות? האם הם זרם בתוך הציונות, או מחוץ לה? האם הם החלוצים של היום, או הקנאים שפוגעים בחוק, בדמוקרטיה ובריבונות הממשלה?

עד מלחמת ששת הימים, הברית בין הציונות הדתית לבין תנועת העבודה לא הייתה רק פוליטית. הפועל המזרחי הקים קיבוצים, ותנועת הנוער שלו, בני עקיבא, פעלה על־פי הדפוסים של תנועות הנוער החילוניות. לאחר 1967, בעקבות המפגש עם מרחבי ארץ ישראל המקראית ועם המיתוס הקדמון, התעוררו גחלים לוחשות של להט דתי, שעד אז לא ידענו על קיומן.

זו הייתה נקודת מפנה, כי פה נפרמו החוטים של ההידברות בינם לבין בני השיח שלהם בתנועת העבודה. הנושא של אתחלתא דגאולה ופעמי משיח, התערבות אלוהית במעשי בני אדם – הפריד בין המחנות והביא להקמת גוש אמונים. מה בעצם טען וטוען גוש אמונים עד היום? שאמנם המדינה היא קדושה, שכן היא מכשיר בידי אלוהים, אבל כללי המשחק הדמוקרטיים צריכים לסגת מפני צדק עליון יותר, צדק אלוהי שלמענו מותר, ואולי חובה, להמרות את פי הרוב.

ב"שיח לוחמים" (1967) השמיעו לוחמים קיבוצניקים ביטויים של חמלה על האויב הערבי. לא הייתה בהם שנאה כלפי הערבים. לעומת



מיקי קרצמן, **"אבו דיס"**, 2006, הדפסה דיגיטלית,
120x120 ס"מ / טקסט נוסף בעמ' 64

זאת, אנשי מרכז הרב השמיעו אמירות בנוסח "המרחם על אכזרים סופו שיתאכזר לרחמנים". ועדיין בשלב הזה הקרע לא היה מוחלט. כעבור שבע שנים עמדו מתנחלים דתיים מול חיילים קיבוצניקים חילונים, שבאו לפנותם וקיבלו מכות. זה כבר הפך לקרע. אני יכולה להבין למה אנשי תנועת העבודה לא יצאו מלכתחילה נגד המתנחלים וראו בהם ממשיכי דרך. אבל בסופו של דבר, הפערים היום קשים לגישור, בראש ובראשונה בשל אי־הסכמה על מקור הסמכות: האם זו הדת או המדינה.

יש במשיחיות כוח הרס ועלולה לצמוח ממנה להבה זרה, בבחינת "תצא אש מהאטד ותאכל את ארזי הלבנון". כבר היום לא ברור, האם מנהיגות המתנחלים מסוגלת לשלוט בציבור שלה. מה שרואים זו התנגשות בין כוחות מודרניים ממוסדים, שמקבלים תפיסת חוק מסוימת, לבין כוחות שטוענים שלא רק שהאינטרס היהודי, כפי שהם מבינים אותו, עולה על כל אינטרס אחר, אלא שגם מותר להם לשבור את הכלים, לפחות חלקית.

המתנחלים הם חלק מהתנועה הציונית, אבל תמיד היה בשולי המחנה הציוני הגדול מרכיב נוסף וקטן, שההתלהבות והלהט החליפו אצלו את החשיבה הריאליסטית. זה מתח שהתקיים תמיד, אבל עד ששת הימים הוא היה מתחת לפני השטח. כמי שנולדה בורשה ב־1940, כאשר אני שומעת אמירות בנוסח "צריך לבטוח בה'" ביחס לסוגיות פוליטיות אקטואליות, אני חושבת שאישית, אני לא הייתי סומכת על התערבות הקב"ה במעשי ידי אדם...

מרבית העם היהודי יושב לבטח בארצות־הברית או באירופה. האם גם היום מדינת ישראל צריכה לקיים את חוק השבות?

אני חושבת שכן. לא בגלל שאני רואה מועמדים רבים לעלייה, אלא משום העניין הסמלי. המדינה בעצם קמה בשביל חוק השבות, וכשם שלא ייתכן שהשפה של המדינה או שמה ישונו, כך גם חוק השבות לא יכול להשתנות. מה שכן, כאשר יגיע הסדר בינינו לבין הפלסטינים, יכול להיות שחוק האזרחות יכול לקבל צורה ליברלית יותר.

האם הציונות הייתה מטבעה תנועה מסתגרת או פתוחה לעולם?

גם וגם. עמוס עוז אמר שציונות זה שם משפחה, שכולל הרבה שמות פרטיים. אם אני חושבת על הציונות של העבודה ושל ז'בוטינסקי – היא פתוחה לעולם ורוצה להיות חלק ממנו. מצד שני, הציונות של גוש אמונים או ש"ס מייצגת הסתגרות וניסיון ליצור ממלכת כוהנים וגוי קדוש, שיהיה רחוק ככל האפשר מכל מה שריח גוי נודף ממנו. בגין, בניגוד לז'בוטינסקי, העלה על נס את המסורת היהודית ואת "עם לבדד ישכון", והוא הנחיל את זה לתנועה שלו. עם זאת, יש תהליך של פרגמטיזציה גם בימין, וככל שהם יותר זמן בשלטון ומתבררים להם האילוצים של המציאות, הם יורדים מהעץ הגבוה של האידיאולוגיה המוחלטת לטובת תפיסות שמתמודדות עם החיים. הם עושים את זה לאט ויש אצלם כיסים של טהרנות אידיאולוגית, אבל אי־אפשר להגיד שמה שרואים היום, דומה למה שהיה לפני 20־30 שנה.

האם ייתכן שמדינת ישראל היא אפיזודה זמנית וחולפת, כמו ממלכת הצלבנים? שאנחנו לא מסוגלים להשתלב במרחב, ושגם העולם לא יתמוך יותר בקיומנו כאן כאומה עצמאית?

הכול יכול להיות. ממלכת החשמונאים החזיקה מעמד 160 שנה, ומאז לא ידענו ריבונות יהודית בארץ ישראל עד 1948. איש לא הבטיח לנו כאן קיום, והחורבן יכול לחזור – אם נשגה ונגרום לאובדן הרוב היהודי, או אם ניכנס למקומות שדעת הקהל העולמית לא תקבל בשום פנים. לטעמי, עתיד ישראל הוא בידינו ותלוי במה שנעשה. צריך רק לזכור כל הזמן שלא כתוב בכוכבים שמדינת היהודים תישאר לנצח, ושיהודה לעולם תשב. ■



הרבה מעבר לספק סביר

בעוד מתנגדי תאוריית האבולוציה ממשיכים להפיץ את האגדה כאילו התיאוריה אינה ניתנת לאישוש מדעי, ממשיכים חוקרי הביולוגיה והגנטיקה לספק אינספור הוכחות לתקפותה. חוקר האבולוציה ד"ר גיא סלע מציג כיצד קרבת משפחה בין מינים רשומה לאורכם ולרוחבם של הגנים שלהם

כתבה זו מוקדשת לזכרו של פרופ' איתמר פיטובסקי, אשר גילם עבורי, בעבודתו ובהליכותיו, את הטוב והיפה שבמדע ובאיש המדע

■ לרגע אחד בסוף חודש פברואר מלאו העיתונים כתבות, טורים, מכתבים ומאמרי מערכת סביב שאלת מעמדה המדעי של הביולוגיה האבולוציונית. הפולמוס ניצת בעקבות דברים שאמר המדען הראשי של משרד החינוך, אשר פקפק בתוקף המדעי של התיאוריה האבולוציונית וכינה את הידע הזה בלשון של גנאי "דת האבולוציה". הוא הוסיף ואמר כי אם ילמדו בבתי־ספר שמוצא האדם מן הקוף, הוא ידרוש שילמדו במקביל גם דעות אחרות. הדברים הללו הדהדו רטוריקה של קבוצות דתיות מסוימות, ביניהן הבריאתנים בארצות־הברית, אשר מפיצות את הטענה שהתיאוריה האבולוציונית אינה אלא אמונה שלא עומדת בקריטריונים מדעיים מקובלים.

קבוצה הטוענת כי הטבע כולו נוצר באקט בריאה על־ידי כוח עליון, שהתרחש בדיוק כמתואר במקרא. הבריאתנים פעילים וזוכים לתמיכה בעיקר בחוגים דתיים שמרניים בארצות־הברית.

עצם הרעיון של יבוא בורות ותעמולה אנטי מדעית מן העבר השני של האוקיינוס, כאשר היבואן אינו אחר מאשר "שגריר" המדע במשרד החינוך, זעזע אנשי מדע רבים, החל בחוקרים הבודדים ועד האקדמיה הלאומית למדעים. תגובתם המהירה והתקיפה הביאה את שר החינוך להתנער מן הדברים מעל בימת הכנסת. ההתגייסות הזאת היוותה עבור רבים, ואני ביניהם, מקור לגאווה.

אלא שבלית ברירה, תשובת המדענים הותירה לא מעט שאלות הנוגעות לגופו של עניין, כשהן תלויות ועומדות ללא מענה. הסטנדרטים בהם צריכה לעמוד עבודה מדעית שונים מאוד מאלה של כתבה עיתונאית. העיתון, מעצם טבעו, נדרש לתגובות קצרות, סמכותיות ומצמצמות, בעוד שהרעיונות במדע נשפטים על־פי יכולתם להסביר עדויות ועל־פי עמידתם בבחינה שיטתית ומעמיקה, ולא על־פי זהותו של המדען או המוניטין שלו (אם כי גם לאלה עשויה להיות לעתים השפעה). מה שנמנע, במקרה זה, מהציבור הרחב, לבד מן ההבהרה של אי־הבנות נפוצות בנוגע לתיאוריה האבולוציונית, היא האפשרות להתרשם משפע העדויות רבות היופי וליהנות מהאופן שבו הן מתיישבות עם תיאוריית האבולוציה.

אי־הבנה נפוצה, שמקורה דווקא אצל פילוסוף המדע קארל פופר, היא, שהתיאוריה האבולוציונית נבדלת מתיאוריות מדעיות אחרות בכך שטענותיה אינן "ניתנות להפרכה" (פופר חזר בו מן הביקורת הזאת

>>



ריצ'ארד בארנס, *"Animal Logic"*

>> מאוחר יותר). על מנת לבער את הטעות הזאת ובו בזמן להציע טעימה, גם אם על קצה המזלג, מן העדויות הרבות לאבולוציה, נתרכז כאן באחת מטענות היסוד של האבולוציה, והיא **שכל קבוצה של מיני בעלי חיים וצמחים שחיים היום, או שחיו בעבר ונכחדו, חולקת יחסים היסטוריים של מוצא משותף.**

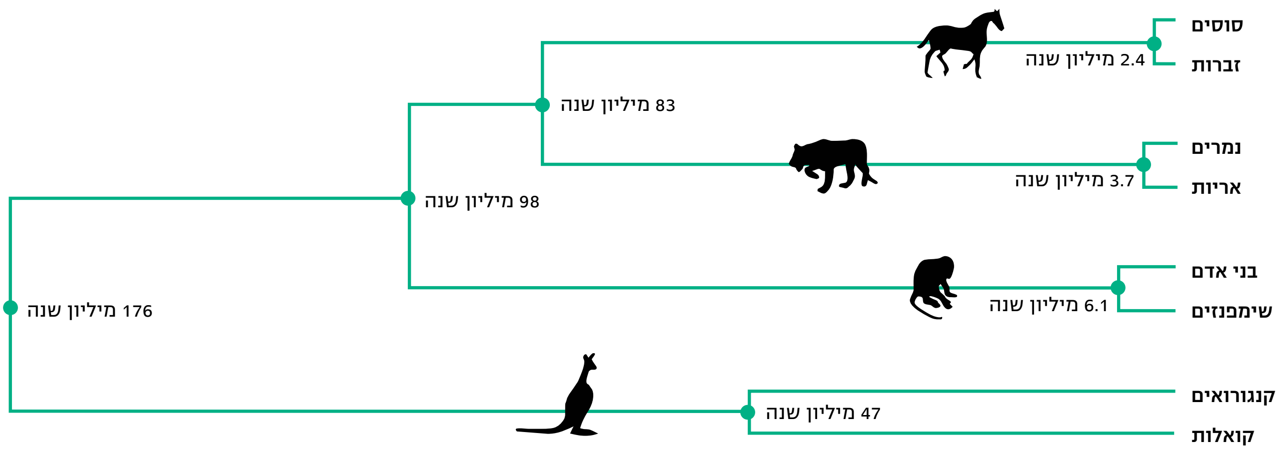
צמדי מינים כמו סוסים וזברות, אריות ונמרים או בני אדם ושימפנזים, התפצלו ממוצא משותף לפני זמן קצר יחסית (ראו איור 1). בשלב מוקדם יותר התפצלו הקנגרואים והקואלות, ולפניהם התפצלו האב הקדמון של הסוסים והזברות והאב הקדמון של האריות והנמרים זה מזה. בעבר הרחוק יותר התפצל האב הקדמון המשותף הזה (לסוסים, לזברות, לאריות ולנמרים) מהאב הקדמון של בני אדם והשימפנזים, ולבסוף, לפני כ־180 מיליון שנה, חי המין שהיה אב קדמון לכל השמונה. "קשרי המשפחה" ההיסטוריים הללו בין המינים, המבוססים על התפצלותו של מין קדמון פעם אחר פעם, ניתנים לייצוג במונחים של "עץ פילוגנטי". הטענה היסודית שנתמקד בה היא, שלכל קבוצה של מינים קיים עץ פילוגנטי יחיד, אשר מייצג את ההיסטוריה האבולוציונית של הקבוצה.

בדרך־כלל קשה לשחזר את העץ הפילוגנטי של קבוצת מינים באופן ישיר (למשל, באמצעות מאובנים של צורות הביניים), אבל ניתן להסיק אותו בדרכים אחרות. אם מינים משתנים בהדרגה במהלך הדורות, אזי נצפה לכך שהדמיון בין מינים אשר התפצלו מאב קדמון משותף בעבר הקרוב, יהיה גדול יותר מהדמיון בין מינים שהתפצלו מאב קדמון בעבר הרחוק יותר. ככלל, אפשר ללמוד על מידת הקרבה האבולוציונית בין מינים על־פי מידת הדמיון ביניהם. העיקרון הזה עומד ביסוד רוב השיטות לשחזור עצים פילוגנטיים.

כמו תחומים רבים בביולוגיה, גם מלאכת השחזור הפילוגנטי עברה מהפכה עם פיתוח היכולת לקרוא את רצף ה"אותיות" ב־DNA. אנחנו נתמקד בחלק מסוים וחשוב ביותר של ה־DNA – הגנים אשר מקודדים את ההוראות לבניית חלבונים. מכיוון שגנים וחלבונים ימלאו תפקיד מפתח בסיפורנו, נאמר עליהם תחילה כמה מילים: חלבונים הם מולקולות גדולות אשר משתתפות בכל התהליכים המרכזיים בתא. רבים מהם הם אנזימים – אשר מבצעים תהליכי בנייה ופירוק בתא. אחרים ממלאים תפקיד מבני, כמו החלבונים שמרכיבים סיבי שריר ומאפשרים להם להתכווץ ולהתרחב. חלבונים נוספים משמשים לחישוב ולהעברת אינפורמציה, למשל האופסינים בתאי העצב ברשתית שלנו, אשר משנים את צורתם ומתחילים תהליך של יצירת אות עצבי כאשר פוגע בהם חלקיק אור באורך הגל המתאים. בהכללה מסוימת ניתן לומר, שמרבית המולקולות הספציפיות – "בעלי המקצוע" של התא – הן חלבונים.

מספר הגנים נע בין 2,000 ל־5,000 בחיידקים, כ־6,000 בשמר האופים, כ־15,000 בזבוב הפירות, בין 20,000 ל־25,000 בדגים, בעכברים ובבני אדם, ולמי שמתנחם בכך שאנחנו נמצאים במעלה הרשימה, נוסיף ונאמר כי לצמח הארבודופסיס, קרוב משפחה של החרדל והכרוב, יש כ־26,000 גנים.

האופן שבו גנים מתורגמים לחלבונים זהה כמעט לחלוטין בכל עולם החי. חלבונים בנויים מ־20 סוגים של אבני בניין מולקולריות הנקראות חומצות אמיניות, אשר מסודרות בשרשרת. רצף מסוים כזה, באורך ממוצע של 400 חומצות אמיניות, קובע את תפקודו של החלבון. כל חומצה אמינית כזאת מקודדת על־ידי "מילה" בת שלוש אותיות ב־DNA (ACT, GAA וכיו"ב), כאשר התרגום של



איור 1 – עץ פילוגנטי

"אם מינים משתנים בהדרגה במהלך הדורות, אזי נצפה לכך שהדמיון בין מינים אשר התפצלו מאב קדמון משותף בעבר הקרוב, יהיה גדול יותר מהדמיון בין מינים שהתפצלו מאב קדמון בעבר הרחוק יותר. ככלל, אפשר ללמוד על מידת הקרבה האבולוציונית בין מינים על-פי מידת הדמיון ביניהם. העיקרון הזה עומד ביסוד רוב השיטות לשחזור עצים פילוגנטיים"

גן לחלבון נעשה מילה אחר מילה, עד אשר "מכונת התרגום" מגיעה למילה שמסמנת את סוף השרשרת – כמו נקודה בסוף משפט. טבלת התרגום הזאת – מהמילים לחומצות האמינו – זהה (עם וריאציות קלות ביותר) בכל האורגניזמים על פני כדור הארץ.

גם ה"מכונות" שמבצעות את מלאכת התרגום, ובמרכזן הריבוזום (אשר כיכב בחדשות לאחרונה, הודות לעבודתה של פרופ' עדה יונת), דומות עד כדי השתאות בכל האורגניזמים על פני כדור הארץ. יותר מזה, השוואה שיטתית בין הגנומים – כלל ה-DNA – של מיני ארכיאה, חיידקים, פטריות, צמחים ובעלי חיים חשפה כ-500 חלבונים רבי-דמיון (ראו איור 2), אשר קשורים בפונקציות ליבה של תאים באשר הם. כל צורות החיים מבוססות ה-DNA מאז שחר ההיסטוריה של כדור הארץ נשענו על פעולתם של החלבונים הללו, ועל כן הן נשמרו עם שינויים קלים ביותר מאז חי האב הקדמון של כל האורגניזמים הקיימים היום, לפני יותר מ-2.5 מיליארד שנה.

ארכיאה: קבוצה של מיקרו-אורגניזמים, אשר התגלתה רק בשנות ה-60 של המאה העשרים בסביבות מחיה קיצוניות כמו אגמי מלח, מעיינות חמים והרי געש. מבנה התא שמאפיין אותה שונה מזה של שתי צורות החיים התאיות האחרות: הפרוקריוטים, שכוללים את הבקטריות; והאוקריוטים, שכוללים את הפטריות, הצמחים ובעלי החיים.

ומה עם שאר החלבונים? ככל שהמינים שנשווה ביניהם יהיו קרובים יותר, כך נמצא יותר גנים/חלבונים משותפים (על מנת להימנע אפילו ממראית עין של מעגליות, נציין שעל מידת הקרבה בין מינים ניתן ללמוד בדרכים אחרות שאינן מסתמכות על גנים, כמו השוואות אנטומיות וניתוח ממצאים פליאונטולוגיים, כמו מאובנים). אם נשווה, למשל, בין הגנום של אדם ושל דג אבו-נפחא, אשר התפצלו מאב קדמון משותף לפני כ-450 מיליון שנה, נמצא שיש להם במשותף לפחות 7,350 גנים. ואם נפנה לצמד מינים אשר התפצלו ממש לא מזמן, האדם והשימפנזה – אשר חלקו אב קדמון עד לפני 5-8 מיליון שנה – נמצא שקרוב ל-100% מהחלבונים משותפים, כאשר 29% מהם זהים לחלוטין, ושיעור הדמיון הממוצע בין שרשרות חומצות האמינו שלהם גדול מ-99%.

אדם	DAPGHRDFIKNMITGTSQADCAVLIV
עגבניה	DAPGHRDFIKNMITGTSQADCAVLII
שמר	DAPGHRDFIKNMITGTSQADCAILII
ארכיאה	DAPGHRDFVKNMITGASQADAAILVV
בקטריה	DAPGHADYVKNMITGAAQMDGAILVV
אותיות בנות אלמוות	DXPGHXDXXKNMITGXXQXDXXXLXX

איור 2: מקטע של חלבון בן אלמוות (אשר משתתף במלאכת התרגום). כל אות מייצגת את אחת מ-20 חומצות האמינו. המקטע החלבוני מהמינים השונים עוּמָד באופן שמדגים היכן יש הבדל בחומצת האמינו.

לעתים דווקא היעדרו של חלבון במין מסוים מהווה ראיה חזקה ביותר להתרחשות אבולוציונית. הסילוקאנת (coelacanth) הוא דג גדול (כ-2 מטרים אורכו) שוכן מעמקים (מתחת ל-100 מטר), אשר מבנה השלד שלו, ובפרט ארבעת סנפיריו דמויי הגפיים, ממקמים את אבותיו מלפני כ-360 מיליון שנה כ"חוליה החסרה" בין הדגים להולכי על ארבע יבשתיים (טטראפודים), והדמיון בין השלד שלו לזה של אותם אבות קדמונים מזכה אותו גם בתואר "מאובן חי". אנחנו נתעניין בו דווקא בגלל ראיית הצבע שלו, או למעשה, בגלל היעדרה. >>



סילוקאנת

שלא כמו לדגים, יונקים ומרבית בעלי החוליות האחרים, לסילוקאנת אין את אופסין ה־SWS, שרגיש לאורכי גל קצרים של אור נראה (Short Wavelength Sensitive). חיפוש ב־DNA של הסילוקאנת מגלה שהגן שמקודד את האופסין דווקא קיים, אבל הטקסט שלו משובש באופן שאינו מאפשר ייצור של חלבון תקין. לדוגמה, באמצע הגן, אחרי 67 מילים, מופיעה מילה שמסמנת עצירה. חיפוש של אותו גן בדולפינים ובלווייתנים מגלה ממצא דומה: בעוד שאצל ההיפופוטם והפרה, קרובי משפחה עימם חלקו אב קדמון לפני כ־55 מיליון שנה, קיים חלבון תקין, אצל הדולפינים והלווייתנים יש "גן מאובן" או פסאודו־גן, אשר אינו מאפשר את ייצור החלבון (ראו איור 3).

דולפין	TTT	*TT	CTG	TTC	AAG	AAC	AT*	***	TTG
פרה	TTT	CTT	CTG	TTX	AAG	AAC	ATC	TCC	TTG

איור 3: מקטע של הפסאודו־גן של אופסין ה־SWS בדולפין והעימוד שלו עם הגן התקין בפרה. מוטציות מחיקה של בסיסים (אשר מסומנים ב־*) אצל הדולפין משבשות את ייצורו של חלבון תקין.

ודאי ניחשתם מהו ההסבר לממצאים הללו: הסילוקאנת, הדולפינים והלווייתנים מבלים את מרבית זמנם במעמקים, לשם מגיע רק תחום צר של טווח האור הנראה, באורכי גל של כ־480 ננומטר, שנראה לנו כחול. אצל הדולפינים והלווייתנים אופסין אחר – זה שאנחנו משתמשים בו לראיית לילה – עבר מספר שינויים שכיוונו אותו לאורך הגל הזה. באופסינים האחרים אין שימוש במעמקים, ולכן הם הולכים ומתנוונים לאיטם כתוצאה מפגיעתן החוזרת של מוטציות, ולפעמים אנחנו מצליחים לתפוס אותם בגנום לפני שהם נעלמים כליל.

אותו עיקרון מסביר אינספור פסאודו־גנים ידועים אחרים – מה שאין בו שימוש מתנוון ולבסוף נעלם. פסאודו־גנים מהווים דוגמה לקבוצה גדולה עוד יותר של אברים מנוונים, שכוללת את התוספתן ואת עצם הזנב שלנו, שרידי אגן בנחשים ובלווייתנים ועוד. כל אלה הם עדות חיה לאברים שהיה להם שימוש אצל אב קדמון. קשה מאוד להעלות על הדעת הסבר אחר לקיומם של אותם אברים מנוונים, חסרי שימוש ותוחלת, אשר דומים דמיון מובהק לאברים מתפקדים במינים אחרים.

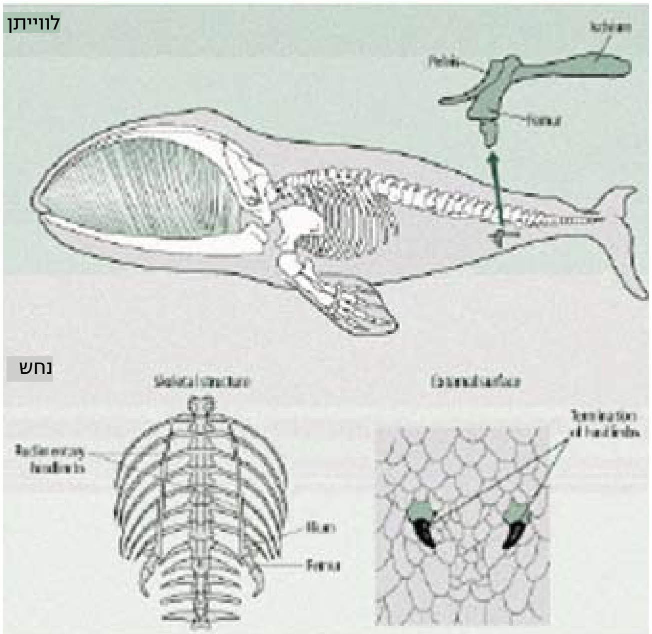
אם אתם מתחילים לקבל את הרושם שלא ניתן "להפוך אבן" ב־DNA בלי להיתקל בסימני האבולוציה, ושלא רק שאין קושי למצוא אותם, אלא שבלתי אפשרי להימנע מהם – הרי שקיבלתם את הרושם הנכון. יתרה מכך, ניתן למצוא אינספור עדויות לאבולוציה גם במגוון רחב של מקומות אחרים, כמו במערכות בסיסיות בתא (במטבוליזם האנרגטי או בפוטוסינתזה בצמחים,

"לעיתים דווקא היעדרו של חלבון במין מסוים מהווה ראיה חזקה ביותר להתרחשות אבולוציונית"

למשל), באנטומיה, בדפוסי תפוצה גיאוגרפיים של מינים, ברקורד המאובנים, ועוד ועוד.

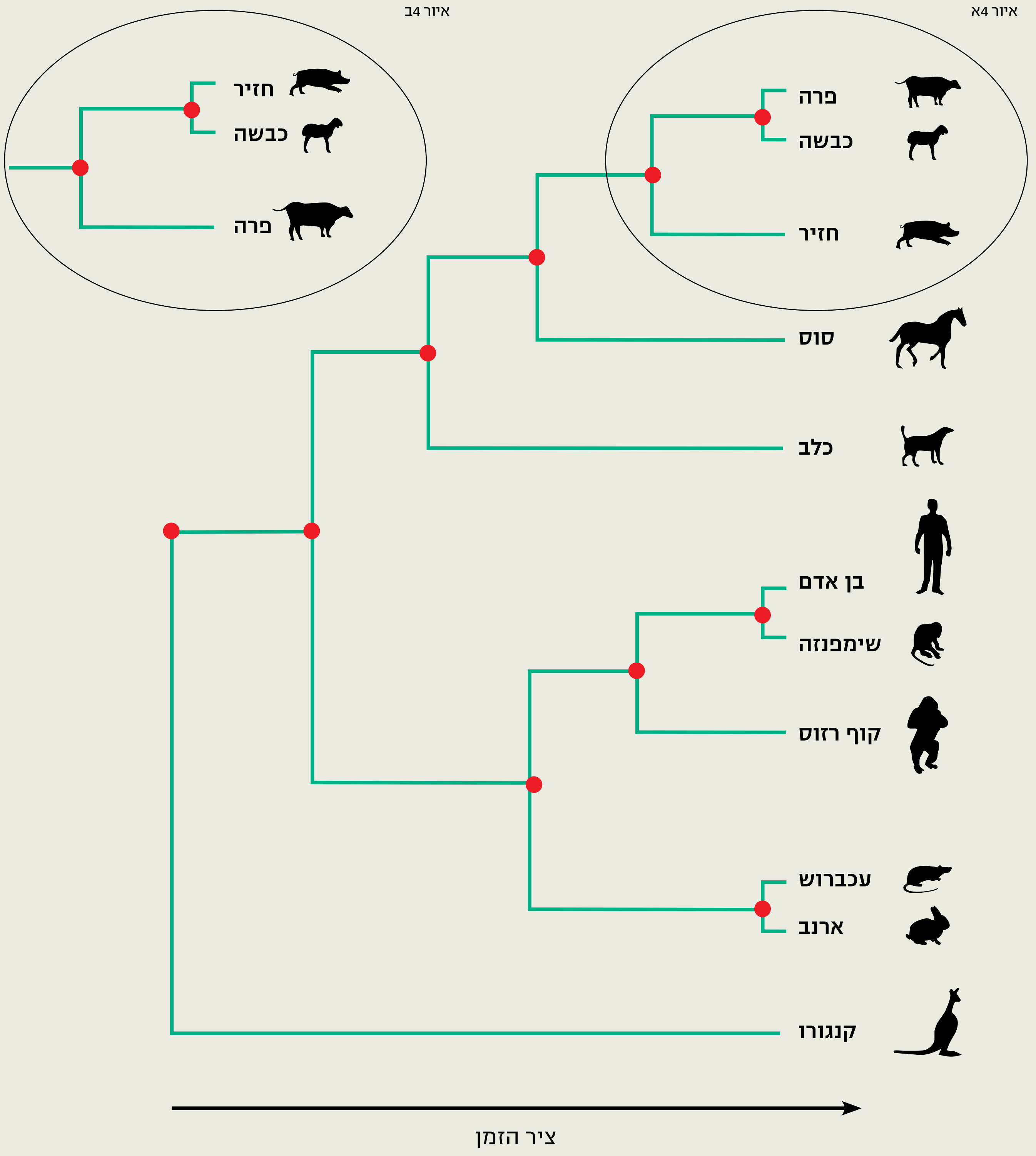
מכל מקום, ייתכן כי הספקנים שביניכם (ובמדע אנחנו מעודדים ספקנות) יטענו במידה רבה של צדק, כי רבות מן העובדות שתיארנו עד כה הוסברו בראי האבולוציה, ולא נוסחו כמבחן לתיאוריה עצמה. אמנם, אחת האינדיקציות המרכזיות להסבר מדעי טוב היא היכולת ליישב מחלקות גדולות של עובדות בפשטות, אבל גם יכולת הניבוי מהווה אבן בוחן חשובה. ולתיאוריה האבולוציונית, יש לדעת, לא חסרים גם מבחני ניבוי.

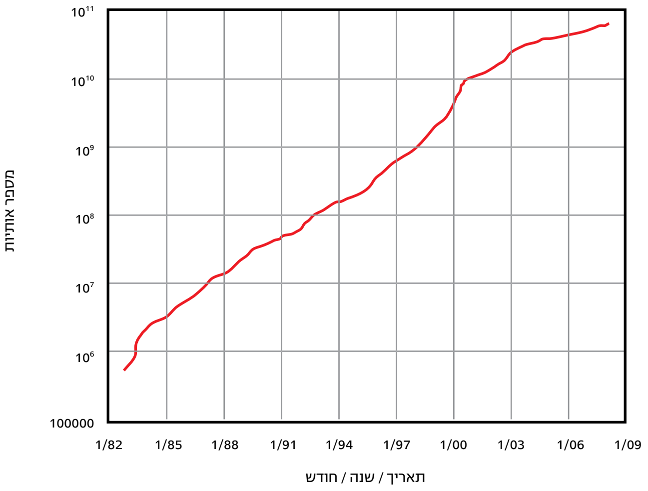
כדי להציג מבחן כזה נשוב לשאלת קיומו של עץ פילוגנטי, המייצג את יחסי הקרבה האבולוציוניים בקבוצה של מינים. הפעם נשווה את אותו חלבון (או גן) בין מינים שונים, ונשתמש במידת הדמיון שנמצא על מנת לשחזר את העץ. כדי למדוד את המרחק בין החלבונים של שני מינים שונים נעמֵד אותם זה מתחת לזה (כמתואר באיור 2), ונספור את ההבדלים בחומצות האמינו בין השניים. אם נחזור על אותו תהליך עבור כל צמד מינים נקבל טבלת מרחקים, ומן הטבלה ניתן יהיה לבנות את העץ על־פי האלגוריתם הבא:



שרידי אגן בלווייתנים ובנחשים

איור 4א: העץ הפילוגנטי של 11 המינים של פני. הנקודות האדומות מסמנות אבות קדמונים שמגדירים ״קבוצות קרבה״ של מיני־בת. איור 4ב: כאשר נשנה את תת־העץ המתואר באליפסה, נקבל עץ חדש שהמרחק בינו לעץ המקורי הוא 2.





הגידול בכמות ה־DNA המרוצף

<< 1. נמצא את צמד המינים שהמרחק ביניהם הוא הקטן ביותר בטבלה. כיוון שסביר להניח שהמינים הללו עדיין חלקו אב קדמון אחרי שהתפצלו מאבותיהם הקדמונים המשותפים עם כל אחד מהמינים האחרים – נחבר את הצמד לאב קדמון משותף.

2. נעדכן את טבלת המרחקים על־ידי מיזוג הצמד הזה למין אחד, שהמרחק של המינים הנותרים ממנו הוא ממוצע המרחקים מכל אחד משני המינים שמוזגו. בהמשך, כאשר מין "ממוזג" יתחבר למין אחר – פשוט נחבר את האב הקדמון שמתאים לצמד אל המין האחר.

3. נחזור על הצעדים הללו עד שנגיע לאב הקדמון של כל המינים (מספר הצעדים יהיה קטן באחד ממספר המינים).

למעשה, ישנן שיטות רבות וחכמות יותר לשחזור עצים, אך לענייננו, די בכך שנבין את העיקרון.

מה שהופך את היכולת לבנות עצים למבחן רב־עוצמה של התיאוריה האבולוציונית, היא האפשרות לחזור על הבנייה הזאת על סמך חלבונים (או גנים) שונים: **אם המרחק בין חלבונים במינים שונים משקף את יחסי הקרבה האבולוציוניים בין המינים הללו, אזי העצים שייבנו על בסיס חלבונים שונים יהיו בהכרח דומים.**

בשנת 1982 העמידו **דייוויד פני** (David Penny), ביולוג חישובי מניו זילנד, וחברי קבוצתו את הפרדיקציה הזאת למבחן. הם בחרו חמישה חלבונים והשוו בין הרצפים שלהם ב־11 מיני יונקים: קוף מקק, כבשה, סוס, קנגורו, עכבר, ארנב, כלב, חזיר, אדם, פרה ושימפנזה. בצעד הבא הם בנו עצים פילוגנטיים של 11 המינים על סמך כל אחד מחמשת החלבונים ובחנו את הדמיון בין העצים השונים.

מדוע שהעצים יהיו דומים ולא זהים? ישנן מספר סיבות לכך שהשחזור על סמך השוואות בין חלבונים לא יהיה מדויק לגמרי: לפעמים אותו שינוי של חומצה אמינית מתרחש בשני ענפים שונים, וכתוצאה מכך המרחק שנמדוד בין המינים יקטן. במקרים אחרים לא יתרחשו כלל שינויים בענף מסוים, מה שיקשה עלינו את מלאכת השחזור, וכיו"ב. אולם, החלשת הדרישה לדמיון (במקום זהות) רחוקה מלהפוך את המבחן לחלש. קיימים למעלה מ־34 מיליון עצים אפשריים של 11 המינים, כך שההסתברות ששני עצים יהיו דומים בדרך מקרה, קטנה מאוד.

פני וקבוצתו כימתו את ההסתברות באופן הבא: ראשית, הם הגדירו מדד למרחק בין עצים. כל אב קדמון בעץ מסוים (צמתים אדומים באיור 4א) מגדיר קבוצה של מינים שהם צאצאיו; לפיכך, עץ של 11 מינים מגדיר 10 קבוצות, שכל אחת מהן כוללת מינים בדרגת קרבה מסוימת. פני וקבוצתו מדדו את המרחק בין זוג עצים כמספר "קבוצות הקרבה" המוגדרות על־ידי אחד העצים ולא על־ידי האחר. אם, למשל, נותיר את כל העץ באיור 4א על כנו, למעט תת־העץ שכולל את הפרה, הכבשה והחזיר, שאותו נשנה כמתואר באיור 4ב, אזי המרחק בין העץ המקורי לעץ החדש יהיה 2, שכן בעץ האחד הפרה והכבשה יופיעו כקבוצה, בשני הכבשה והחזיר הם שיופיעו כקבוצה, כשכל שאר הקבוצות זהות. אחרי שמדדו את המרחק בין זוג עצים, פני וקבוצתו חישבו את ההסתברות שיימצא מרחק שווה או קטן יותר בין עצים שנבחרו באקראי.

הם מצאו דמיון מעורר השתאות בין העצים שנבנו על סמך החלבונים השונים. ההסתברות שדמיון כזה, או גדול ממנו, יתקבל באקראי, קטנה מאחד ל־10^{12} (מיליון מיליונים). תוצאה זו תואמת את ציפיותינו על־פי התיאוריה האבולוציונית, לפיהן הדמיון בין החלבונים השונים משקף עץ **פילוגנטי יחיד**, שמתאר את יחסי הקרבה ההיסטוריים בין המינים. כאשר פני וקבוצתו השתמשו בחמשת החלבונים יחדיו, הם קיבלו את אותו עץ שמצאו סיסטמטיקאים על סמך השוואות אנטומיות בין מינים וממצאים פליאונטולוגיים הרבה לפני עידן ה־DNA.

כאשר המחקר פורסם ב־1982, סך כל רצפי ה־DNA שהיו ידועים מכל המינים, הסתכם בפחות ממיליון אותיות. זהו מספר האותיות בספר באורך בינוני. כיום, המספר הזה גדל פי מאה אלף (>10^{11}). אילו היינו רושמים את האותיות בספרים ומניחים את הספרים זה על גבי זה, גובה הערימה היה כפול מעומקו של הגרנד קניון. המספר הזה מכפיל את עצמו כל 18 חודשים לערך. בתוך אוקיינוס הרצפים הזה ההתאמות בין עצים מהסוג שפני וקבוצתו מצאו, חוזרות על עצמן פעם אחר פעם – עם הרבה יותר מחמישה חלבונים, ובקבוצות מינים מכל רחבי עולם החי והצומח. כמו כן, על־פי רוב, העצים מבוססי ה־DNA דומים מאוד לאלה ששחזרו סיסטמטיקאים. אילו היינו מבצעים חשבון כמו זה שתואר לעיל

"הם מצאו דמיון מעורר השתאות בין העצים שנבנו על סמך החלבונים השונים. ההסתברות שדמיון כזה, או גדול ממנו, יתקבל באקראי, קטנה מאחד ל-10^{12} (מיליון מיליונים). תוצאה זו תואמת את ציפיותינו על־פי התיאוריה האבולוציונית, לפיהן הדמיון בין החלבונים השונים משקף עץ פילוגנטי יחיד, שמתאר את יחסי הקרבה ההיסטוריים בין המינים"

על סמך הרצפים שידועים היום, היינו נדרשים לרבבות אפסים על מנת לתאר את גודלה הזעיר של ההסתברות לכך שההתאמות הללו יתקבלו באקראי. לעומת זאת, זה בדיוק מה שהיינו מצפים לראות על־פי התיאוריה האבולוציונית.

האפשרות העקרונית של תצפית אשר תשנה את תפיסתנו, או של רעיון שנעלם מעינינו עד כה, היא נשמת אפה של העשייה המדעית, ולכן יש נטייה להימנע מהכרזות על ודאות במדעי הטבע. עם זאת, ניתן לומר שהביטחון שלנו בטענות היסוד של התיאוריה האבולוציונית אינו נופל מזה שיש לנו במוצלחות שבתיאוריות המדעיות, כמו אלה של הפיזיקה או הכימיה.

ניתן בהחלט גם לומר, שהטענות הללו מבוססות הרבה מעבר לספק סביר. הבחירה במינוח המשפטי בהקשר הזה איננה מקרית. עדויות מבוססות DNA חוללו מהפכה במשפט הפלילי, שכן הזיהוי של שאריות DNA בזירת פשע אמין ומדויק לאין ערוך מהזיהוי על־פי שאריות אריג או על־פי ניתוח של טביעות אצבעות, למשל. השימוש בעדויות כאלה כבר הוביל לזיכויים בדיעבד במאות מקרי רצח ברחבי העולם. כמו כן, בדיקות DNA מהוות ראיה מכרעת בנוגע לשאלת האבהות. ברפואה, בדיקות גנטיות לקביעת נשאות של מחלות גנטיות הן כבר דבר שבשגרה, ובחזית המחקר הביו־רפואי הפך ניתוח הקשרים בין הבדלים ב-DNA למחלות לתחום מרכזי. כלומר, עדויות כמו אלו שתיארנו כאן ממלאות תפקיד הולך וגדל ולעתים אף תפקיד הרה גורל, בתחומים רבים ומתרחבים בחיינו. ההבדל הוא, שסך העדויות המאששות את טענותיה של התיאוריה האבולוציונית, גדול לאין שיעור מזה המשמש במשפט וברפואה.

התיאוריה האבולוציונית הייתה בקונצנזוס המדעי הרבה לפני עידן ה-DNA ומאז שנות השלושים של המאה העשרים, עת הסינתזה המודרנית בין גנטיקה ודרוויניזם יישבה בין השינויים האבולוציוניים שאנחנו רואים בטבע ובחקלאות ובין חוקי הגנטיקה של מנדל. העדויות שתיארתי כאן אינן אלא דוגמאות ספורות מני רבות, שמגיעות ממגוון רחב של תחומים, החל בזואולוגיה וכלה בביולוגיה המולקולרית והחישובית, וממשיכות לבסס את ההסכמה הזאת.

כיום, איסוף עדויות לאבולוציה משמש בעיקר למטרה פדגוגית ואיננו נושא מחקר מרכזי בפני עצמו. למותר לציין שכלים של אנליזה אבולוציונית ממלאים היום תפקיד מרכזי בתחומים רבים במדעי החיים וברפואה.

אין פירוש הדבר שחקר האבולוציה הוא תחום פתור וסגור. ההפך הוא הנכון. שאלות על דרך פעולתם של תהליכי האבולוציה, אשר מאפשרים את היווצרותן של מערכות ביולוגיות מופלאות, מווירוסים ועד המוח האנושי, הן נושא למחקר מרתק, אינטנסיבי ופורה מאי־פעם. הגישה לרצפי DNA חוללה, ועודנה מחוללת, מהפכה במחקר האבולוציוני, משום שעקבותיהם של תהליכי האבולוציה רשומים לאורכם ולרוחבם של הגנים, והם רק מחכים לנו שנבוא ונקרא בהם. ■

רוצים לדעת יותר?

יש מגוון של ספרים פופולריים מצוינים על העדויות לאבולוציה. בפרט מומלצים:

The Making of the Fittest : DNA and the Ultimate Forensic Record of Evolution / Sean Carroll (2006),

Why Evolution is True / Jerry Coyne (2009)

The Greatest Show on Earth : The Evidence for Evolution / Richard Dawkins (2009)

הראשון שבהם שם דגש על מה שלמדנו על אבולוציה בעידן ה-DNA. שני האחרונים יצאו בשנה שעברה לכבוד "שנת דרווין" (150 שנה לפרסום "מוצא המינים" ו-200 שנה להולדתו), ומאגדים שלל עדויות לאבולוציה.



יעל ברתנא, וידאו סטילס מתוך "מור או ווייזה" (חומה ומגדל), 2009.
באדיבות האמנית וגלריה זומר לאמנות עכשווית / טקסט על האמנית בעמ' 81.

יוסף אגסי

מיהו ישראלי?

62 שנה לעצמאות ישראל, ובלבול הזהויות בתוכה רק הולך ומחריף. מה פירוש "מדינה יהודית ודמוקרטית"? איך יכולה מדינה ריבונית להיות מדינת כל העם היהודי? למה ויתרנו על הדיון בשאלה "מיהו ישראלי"? והחלפנו אותו בדיון ההלכתי "מיהו יהודי"? פרופ' יוסף אגסי משחזר את ההיסטוריה של יחסי כנסיה ומדינה בישראל ומתאר איך ויתרנו על האפשרות להיות מדינת לאום מודרנית >>



>> ■ דיון חשוב מתקיים בישראל בעשורים האחרונים בשאלת הזהות והשייכות. שתי אסכולות פילוסופיות מרכזיות קבעו את זירת הדיון: אינדיווידואליזם וקולקטיביזם. תומכי האינדיווידואליזם טוענים כי אין הכלל אלא אוסף של פרטים. את השייכות לכל גוף ציבורי, כולל המדינה, מציג האינדיווידואליזם כצעד של בחירה מרצון, שאינה שונה מההחלטה להצטרף למועדון כלשהו. מנגד, הקולקטיביזם מציג את הפרט כאיבר מקולקטיב, ובחברה מאורגנת הקולקטיב הוא המדינה. את השייכות למדינה מציג הקולקטיביזם כהכרח. לפי האינדיווידואליזם, זהותו של כל אדם נתונה בידו. לפי הקולקטיביזם, זהותו של אדם, בעיקר זהותו הלאומית, נתונה לו מראש ללא אפשרות בחירה.

אלא שבעידן המודרני שאלת הזהות אינה פשוטה. המורכבות החברתית ויכולת הבחירה גורמות להתלבטות הן באשר לדרך שבה רואה הפרט את זהותו, והן בשאלה, לאיזה מרכיב בזהות יש לייחס עליונות. בדרך־כלל בשעת משבר, כשמחמיר הקונפליקט בין חלקים שונים של החברה שאליה פרטים מרגישים שייכות, הם נאלצים לדון באפשרות לשנות את סדר העדיפויות של השתייכותם. האם אתה קודם אדם ואחר־כך יהודי? קודם יהודי ואחר־כך ישראלי? קודם ישראלי ואחר־כך ציוני? האם תעדיף את אומתך על פני ידידיך ועל בני משפחתך? במלחמת העולם הראשונה סופר על חייל יהודי שגילה נכונות לחוס על חיי חייל יהודי בצבא האויב. אם אמת ואם לא, סיפור זה מאלף. ואכן, הוא הוזכר רבות, הן לגנאי והן לשבח.

בחברה הלאומית המודרנית יש לכל פרט מערכת זהויות מורכבת: בהקשרים שונים פרטים מזדהים עם קבוצות שונות. עם הזמן הם יכולים לדרג בצורה שונה את המרכיבים הבולטים בזהותם. בעוד שהזדהות של פרט עם הקבוצה היא תופעה בת אלפי שנים, הלאומיות המודרנית וההזדהות עם הלאום המודרני הן תופעה חדשה למדי, בת קצת למעלה ממאתיים שנה, ומדעני החברה, בשל סיבות מסורתיות עמוקות, עודם מתקשים להכיר בה: חסידי האינדיווידואליזם אינם מכירים בבעיה, משום שהם מקבלים את הזדהות הפרט כנתון אישי שאין לאחרים עניין בו, ואילו חסידי הקולקטיביזם רואים בזהות הפרט דבר נתון. כמובן ששני הצדדים – האינדיווידואליסט והקולקטיביסט – מגזימים באופן שהופך אותם לקריקטורות.

בין קהילה למדינה

במרחב שבין האינדיווידואליזם המוחלט (ניכור מן החברה) לקולקטיביזם המודרני המלא (זהות של הפרט עם המדינה והלאום) נמצאת הזדהות הפרט עם הקהילה. על־פי המסורת היהודית התלמודית (ולאו דווקא על־פי ההלכה), הֱיות יהודי פירושו קיום ופעילות בתוך קהילה יהודית כלשהי (בכנסת־ישראל), שפירושה המובן מאליו הוא השתייכות לדת היהודית (האמונה הדתית אינה נדונה בהקשר זה, שכן היא נראית כנתון). הקהילות היהודיות התקיימו באופן עצמאי ונפרד, כשהן מפוזרות בדומה לאינגושים של היום, אך בהבדל חשוב אחד: לאורך הדורות נוצרו הבדלים בין קהילות – הבדלים במנהגים, בתרבות, ויותר מכך – בתפקודן כקולקטיבים ובדרגת עצמאותן כקהילות בארצות בהן שכנו.

קבוצה אתנית שמקורה באזור הקווקז. בניה גורשו יחד עם בני העם הצ'צ'ני והוגלו לאזורים שונים בסיביר. האינגושים מפוזרים היום במקומות שונים ומשתייכים לאופוזיציה הצ'צ'נית המורדת ולוחמת נגד רוסיה.

לאורך הדורות גבר המשותף על המפריד. צירי השיתוף המרכזיים היו שמירת מצוות ומודעות עמוקה לארעיות קיומה של הקהילה, להיותה בגלות, לערגה להחזרת עטרה ליושנה לחירות מדינית ולימות המשיח. בכל המקומות חל **איסור מפורש על ניסיון לתרגם ערגה זו למעשה מדיני**. נאסר על כל עיסוק בפעולה מדינית, בעיקר כזו שמטרתה מאבק לחירות מדינית או חברתית. האיסור התגבש בתודעה הקולקטיבית היהודית לאחר כישלון מרד בר־כוכבא באימפריה הרומית, ונשמר בעקשנות בכל המקומות ובכל הדורות עד עליית התנועה הלאומית החדשה באירופה. כל פעילות חברתית הייתה מיועדת לצורכי ציבור בלבד והייתה מוגבלת בקפידה לתחום הקהילה הבודדת. פעילות מדינית הותרה אך ורק כאשר היא נועדה לצורכי גויי הארצות שבהן התקיימה הקהילה, ושימשה את העוסקים בה כמקור פרנסה פרטי ותו לא.

מה היה, אם כן, התיחום בין צורכי הקהילה והמדינה? קשה להבחין בבהירות בין השניים. בספרו המצוין "**תיאוקרטיה יהודית**" מצביע **גרשון ויילר** על הקשיים. הדוגמה הפשוטה ביותר לפעילות קהילתית שויילר מתייחס אליה, היא השתדלנות שביצעו אנשי היישוב הישן בארץ, בעיקר אנשי אגודת־ישראל, אצל השלטונות הבריטיים. ביחסם לשלטונות הבריטיים הם התעלמו מהעובדה, שהבריטים שלטו כאן במנדט של חבר־הלאומים. לדידם, השלטון הבריטי היה ככל שלטון אחר: יש להסתדר איתו ותו לא. מאחר שהם התנגדו להקמת בית לאומי ליהודים, לא היה להם עניין בפעולות היישוב החדש, שהיה כפוף במידה רבה למנהיגות התנועה הציונית. התנגדותם לציונות לא כוונה לרעיון ציוני כזה או אחר, אלא לעצם האופי המדיני של הפעולה הציונית.

לעומתם, הנהגת היישוב החדש פעלה, בנוסף לפעילות המדינית, גם כהנהגה קהילתית, ובכך התחרתה עם ההנהגה הקהילתית הדתית המסורתית. תחרות זו הביאה לעוינות הדדית בין היישוב הישן והיישוב החדש. עוינות זו התחזקה לאחר כינון עצמאות ישראל, וכתוצאה ממנה נוצר נתק מוחלט בין המדינה לחרדים נציגי היישוב הישן.

ישראל העצמאית חידדה את בעיית הזהות, והנהגת היישוב הישן הצטרכה להתמודד עם בחירה חדשה, חסרת תקדים. מאחר

"כשלושה עשורים אחר כינון עצמאות ישראל עלה רעיון חדש, מרחיק לכת אך מקובל כאילו היה מובן מאליו, לפיו ישראל של היום אינה מדינה חדשה כלל, אלא שחזור והמשך של ממלכת יהודה הקדומה. מסקנה ישירה מכך היא, כי בניה של המדינה החדשה הם בני דת עברית קדומה. כך התקבל בהיסח הדעת הרעיון הריאקציוני (המסורתי בפילוסופיה הגרמנית), כי מדינה זהה עם עמה, רעיון שבהיסח הדעת המיט אסונות גדולים על כל העולם בשתי מלחמות העולם"

שעצמאות ישראל אינה זו המיוחלת של ימות המשיח, עמדו בפניה שלוש אופציות: הראשונה, להצטרף לדעת הרב שלמה גורן ולומר כי ימות המשיח מתקרבים, להצהיר כי נשמעים פעמי המשיח, תוך ביטול רשמי של האיסור המסורתי על מאמצים לקירוב הקץ. האפשרות השנייה, להתעלם מקיום המדינה, שכן היא תולדה ישירה של המעשה הציוני, שהעוינות לו לא נחלשה אפילו בשיאה של מלחמת השחרור. קבוצה קטנה אכן בחרה בדרך זאת וחיפשה באורח פעיל חסות או אזרחות אצל שלטונות ירדן. האפשרות השלישית, לראות בישראל החדשה מדינה ככל המדינות ולהמשיך את המסורת היהודית של פעילות קהילתית, כולל שתדלנות כלפי השלטונות, תוך התעלמות מהיותם של שלטונות אלו יהודיים. בחירה בדרך זאת דורשת הכרה בהבחנה ברורה בין דת ללאום, בין שייכות לאומית וקהילתית, והפרדה בין רבנות לשררה, בין מוסדות הדת למוסדות המדינה.

ההנהגה הדתית היהודית המסורתית וההנהגה המדינית הישראלית העדיפו שלא לבחור בדרך כלשהי, ובמקום זאת לטשטש את החידוש שבמצב. הוסכם על הכול כי המחלוקת נסבה סביב השאלה, האם רצוי שעם ישראל יהיה ככל העמים. זו שאלה מותרת, שכן היא עתיקת ימים וכבר נדונה ארוכות בכתבי הקודש. ואכן, בשאלה זו הושגה הסכמה שיש לברך עליה: על ישראל לא לנסות להיות עם ככל העמים.

אך במצב החדש של ריבונות יהודית הסתירה שאלה זו שאלה חדשה שהתעוררה: האם רצוי כי **ישראל כמדינה** תהיה ככל המדינות? כיצד על המנהיגות הדתית והמנהיגות המדינית להתייחס זו לזו במדינה החדשה? מה מעמד הדת ומה מעמד הממסד הדתי במדינה? מאחר שעצמאות ישראל היא חידוש, הייתה כאן שאלה חדשה לחלוטין. שני הצדדים העדיפו לדלג על השאלה ולעסוק בנושאים אחרים. **ישעיהו ליבוביץ** מחה בשם הדת ואמר כי עצמאות ישראל מהווה רפורמה דתית עמוקה, וכי חובה על הרבנות לעסוק בה. **הלל קוק** מחה בשם הלאום ודרש שיוכר בנפרד ממעמד הקהילה בישראל. אלה היו קולות בודדים שלא זכו להד בציבור הישראלי.

כשלושה עשורים אחר כינון עצמאות ישראל עלה רעיון חדש, מרחיק לכת אך מקובל כאילו היה מובן מאליו, לפיו ישראל של היום אינה מדינה חדשה כלל, אלא שחזור והמשך של ממלכת יהודה הקדומה. מסקנה ישירה מכך היא, כי בניה של המדינה החדשה הם בני דת עברית קדומה. כך התקבל בהיסח הדעת הרעיון הריאקציוני (המסורתי בפילוסופיה הגרמנית), כי **מדינה זהה עם עמה**, רעיון שבהיסח הדעת המיט אסונות גדולים על כל העולם בשתי מלחמות העולם, ועל האומה בישראל מאז כינונה.

ישראל העבירה מרצון את האחריות לחקיקה בענייני אישות באופן רשמי ובלעדי למנהיגי היישוב הישן. בתוך היישוב הישן עצמו הושלמה באותו זמן רפורמה־נגדית (counter-reformation). על הזרם המרכזי השתלטה תנועת ה"אורתודוקסיה" (שנוצרה במזרח אירופה בתחילת המאה התשע־עשרה), וזו אסרה במפורש על כל חידוש באשר הוא חידוש. השתלטות זרם זה הייתה כל־כך גורפת, שעד היום רבים בישראל מקבלים כמובן מאליו את השקר המזהה את הזרם האורתודוקסי ביהדות עם היהדות המסורתית. האיסור האורתודוקסי על חידוש בלם כל אפשרות לדון בשאלה החדשה שעמדה על הפרק, אילו יחסים ראוי שיהיו בין הדת הממוסדת (שגם היא חידוש עמוק ביהדות) למדינה החדשה.

בני היישוב הישן מצאו את עצמם במדינה יהודית חדשה, אך ניסו להתנהג באותה צורה בה נהגו לפני הכרזת העצמאות. לשם כך היה עליהם להימנע מלהשתתף בבחירות לאספה המכוננת. זו הייתה אופציה נוחה להם, שכן לא היה להם כל רצון להשתתף בדיונים אודות חוקה. למרות זאת הציגו מועמדים לבחירות לאספה המכוננת. אין לדעת כיצד היו נוהגים באותה אספה אם היה נפתח דיון בחוקה כנדרש במגילת העצמאות, אבל האספה, כידוע, מעלה בתפקידה והתפזרה מיד בהתכנסה. חבריה לשעבר מינו את עצמם כחברים בכנסת הראשונה, אשר אותה כוננו ללא בסיס חוקי כלשהו. אנשי היישוב הישן תמכו בפעולה זו מכוח המסורת היהודית והצטרפו לכנסת כמעשה המובן מאליו. הם הסבירו את החלטתם זו בטענה, כי נשארו נאמנים לדתם ולמסורת היהודית, סירבו להכיר בעצמאות ישראל והגבילו את פעילותם בכנסת לפעילות קהילתית בלבד, כשהם שומרים על הפרדה בינם לבין המדינה.

אנשי היישוב הישן לא החזיקו מעמד במדיניות זו, והשינוי בלט לעין. בעבר אסרו על עצמם לדבר בלשון הקודש, כיום הם דוברי עברית. בתחילת המאה העשרים הם רדפו את הרב אברהם יצחק

<<

"ישראל מצהירה שהיא מדינה יהודית, מבלי לבחון לעומק את הנזקים שהצהרה כזו יכולה לגרום. הבעיה מחריפה עוד יותר כאשר משיקולים מפלגתיים, היהדות בישראל זהה עם הזרם האורתודוקסי בה, וחלק גדול מהעולם היהודי אינו יכול לקבל הצהרה זו. על כן, ההצהרה כי ישראל היא מדינה יהודית ללא דיון במשמעות המעשית של הצהרה כזו, היא פעולה מסוכנת ביותר"

הכהן קוק, משום שהכיר בקיום היישוב החדש. אחד מראשיהם, הרב חיים זוננפלד, ציווה על צעיר אחד, מנחם פרוש, לשפוך קיתון של צואה על ראש הרב קוק. לימים הביע פרוש צער, אך לא חרטה, על מעשיו, שכן פעל על־פי הוראה. אחר־כך ישב פרוש שנים רבות בבית־המחוקקים הישראלי, בתירוץ שהוא משמש שם מנהיג קהילתי ולא מנהיג מדיני. זו הייתה, כמובן, התכחשות והתחכמות עלובה למדי, שכן בישיבתו הכיר ביישוב החדש, והרי בדיוק מסיבה זו נשלח לפגוע ברב קוק.

השאלה איננה מה דעתו של מנחם פרוש, שכן כמובן ובעיקרון מפורש לא הייתה לו דעה משלו, אלא מה היו הוראות ההנהגה שלו? מה עמדתה כלפי המדינה? בשל הטשטוש המתמשך אין לכך תשובה. כל הנאמר בעניין זה חסר שחר בעליל, וכך התאפשר לבנו של מנחם פרוש להפוך לא רק לחבר כנסת, אלא לייצג, ואפילו בהתלהבות, עמדות לאומניות ציוניות וישראליות, שבכל מקרה אינן מוגבלות לענייני הקהילה בלבד. במלחמת שלום הגליל הושלם המהפך. סגן יושב־ראש הכנסת דאז העלה והעביר הצהרת אמון בממשלת ישראל. סגן יושב־ראש הכנסת היה נציג היישוב הישן, איש מפלגת אגודת־ישראל, ובכך הקיץ הקץ על אגודת־ישראל ההיסטורית, המנתקת את עצמה לכאורה מהמעשה המדיני.

מדינת העם היהודי

בסוף התהליך מוזגה העמדה המסורתית של היישוב הישן, שלא לפעול פעולה מדינית, עם העמדה הרשמית של ישראל, שלא להפריד את מוסדות הדת מהמדינה, והוכרז חגיגית כי ההנהגה הדתית תחליט בשאלה "מיהו יהודי?" וכי "ישראל היא מדינת העם היהודי". להכרזה כי ישראל היא מדינת העם היהודי אין משמעות מעשית. הייתה זו בעיקר הצהרה סמלית, חגיגית ורגשית. אבל, בלא משים, הכרזה זו הביאה מהפכה עמוקה, אשר לא המנהיגות המדינית ולא המנהיגות הדתית זיהו. כתוצאה מכך נוצר עיוות שהלך והחריף, ונמשך עד ימינו אלה.

בתיקון "חוק האזרחות והכניסה לישראל" שנעשה בימים אלה נקבע, כי לשם קבלת אזרחות ישראלית יהיה חייב כל תושב זר (כגון עובד זר) להישבע להיות נאמן לישראל **כמדינה יהודית ודמוקרטית.** המושג "מדינה יהודית" הוכנס בשנים האחרונות לכל חוקי היסוד של ישראל, בלי שאיש יכול להגדיר את משמעותו. מרגע שהוכנס לחקיקה, יכולה הכנסת לקבוע כרצונה מה משמעות מעשית יש להֱיות ישראל מדינה יהודית. התוצאה, כמובן, יכולה להיות מסוכנת לציבור הישראלי בכללו, מהאורתודוקסים ועד לעוינים לדת. אלא שהאחרונים ויתרו כנראה על כוחם להכריע בשאלה "מהי מדינה יהודית?", והראשונים מאמינים כי ההכרעה בסוגיה זו תישאר תמיד בידם, ולכן אין מצידם התנגדות לרעיון המסוכן.

מה המשמעות המעשית של ההצהרה כי "ישראל מדינה יהודית"? ייתכן כי אין להצהרה חשיבות מעשית, וייתכן כי היא עשויה לגרום להצלחות כבירות או לאסונות כבדים. הדבר תלוי בשורה של החלטות מעשיות שיתקבלו בעתיד. נשאלת שאלה: מה מעמד הצהרה כלשהי, אשר ככל הנראה אין לה משמעות מעשית מיידית? הוגים ישראלים העוסקים בשאלות יסוד של ישראל – כולל השאלה, האם רצוי שתהיה לישראל חוקה? – מקבלים כמובן מאליו שניתן להשתמש בהצהרות כלליות כאלו ללא סייג. דעה זו היא המקור לחלק גדול מהכשלים שאנו רואים בישראל לאחרונה, בעיקר הזלזול בחוק ואובדן האמון בערכי הדמוקרטיה. לכל הצהרה עקרונית יש משמעות פרקטית. יותר ויותר אזרחים ישראלים יהודים מקבלים כמובן מאליו, כי אם יש סתירה בין "יהודית" ל"דמוקרטית", אזי עלינו לוותר על הדמוקרטיה, ולא על אופייה היהודי של ישראל, כפי שהם רואים אופי זה.

מדינאים נוטים לאמץ הצהרות סתמיות, משום שלכאורה הן אינן מחייבות. הניסיון מראה כי הם טועים. הצהרות שנראות סתמיות מקבלות אופי מעשי משמעותי ברגעי משבר, בייחוד כאשר הן עוסקות בשאלות של זהות ונאמנות. הבחנה ברורה בין קהילה ולאום תבהיר לישראלים רבים כי מדובר בנאמנויות מסוג שונה, וכך יפחת הלחץ על הישראלים להכריע בין נאמנויות מנוגדות כביכול.

ישראל מצהירה שהיא מדינה יהודית, מבלי לבחון לעומק את הנזקים שהצהרה כזו יכולה לגרום. הבעיה מחריפה עוד יותר כאשר משיקולים מפלגתיים, היהדות בישראל זהה עם הזרם האורתודוקסי בה, וחלק גדול מהעולם היהודי אינו יכול לקבל הצהרה זו. על כן, ההצהרה כי ישראל היא מדינה יהודית ללא דיון במשמעות המעשית של הצהרה כזו, היא פעולה מסוכנת ביותר.

דרכי הפירוש של ההצהרה רלוונטיות כמעט לכל דבר בחיינו. האם, למשל, המשמעות של הֱיות ישראל מדינה יהודית היא, שעל הכנסת להתייעץ עם הרבנות או לקבל את עמדתה בשאלת תהליך השלום



יעל ברתנא, וידיאו סטילס מתוך "מארי קושמרי" (חלומות בלהה), 2007 / באדיבות האמנית וגלריה זומר לאמנות עכשווית

בעבודות הווידיאו שלה עוסקת האמנית יעל ברתנא בטקסים חברתיים ופוליטיים, ובוחנת דרכם את ההווי הישראלי, את המימד הצבאי שבו, ואת ההיבטים ההיסטוריים של יהודי אירופה. בסרט "מארי קושמרי", שזכה לפרסום ולהדים בארץ ובעולם, העיתונאי ופעיל השמאל הפולני סלאווֹמיר שירקובסקי נואם במרכזו של איצטדיון ריק ונטוש. הוא קורא לשובם של 3 מיליון "היהודים האבודים" של פולין לארצם. האוטופיה מתחיה במלוא גיחוכה, לנוכח סגנון הנאום הפשיסטי, תכניו המופרכים, וההד העולה מטריבונות האיצטדיון הריקות מאדם. "חזון החזרה" מתממש באופן בדוי בסרט השני בטרילוגיה, "חומה ומגדל", שבו בונים החלוצים הפיקטיביים של ברתנא את "הקיבוץ הראשון באירופה". זהו תסריט הזוי ובו מתיישבים יהודים חוזרים לגור על אדמת פולין, אך הם עושים זאת בדרך כוחנית ומחתרתית, ומשתמשים בשיטת חומה ומגדל.
ברתנא מתארת בסרטיה מציאות שנעה בין לאומיות לכוחנות צבאית, כשברקע זיכרון האנטישמיות וההשמדה שמלווה את ההיסיטוריה של ההתיישבות הציונית בארץ, ואת מעשינו – כעם וכיחידים – מאז ועד היום.

(ואכן, גדל מספר היהודים הישראלים הטוענים כי זה המצב, וביניהם גם רבנים חשובים). לטענתם, השאלה, האם מותר לממשלת ישראל או למוסדותיה הנבחרים לוותר על ירושלים, או אף על דרום לבנון, היא שאלה דתית, ולא מדינית. רבנים אלה מציגים את ממשלת ישראל ואת הכנסת כמוסדות הכפופים לדת היהודית, דרך מוסד הרבנות הראשית, למרות העובדה שהרבנות היא מוסד ממשלתי, ואילו הכנסת וממשלת ישראל עדיין אינן מוסדות רבניים. ואכן, הצדק הוא עם הרבנים; ההלכה ברורה מאוד בעניין: על המלכות היהודית לקבל את מרות הרבנות. אלא שבקבלת דין זה הפכו האורתודוקסים משיחיים לכל דבר. על כן אין להם ברירה אלא להכיר בישראל כמדינה של גויים לכל דבר, או לדרוש כי היא תזדהה עם ישראל של ימות המשיח.

לכך יש משמעות מרחיקת לכת. יש רבנים הטוענים כי צריך לפרק את הכנסת ואת בתי־הדין של ישראל ולאסוף במקומם כנסת גדולה, שאך ורק יראי שמים וגדולים בתורה, שאינם כפופים למוסד חילוני מודרני כגון בחירות כלליות, יזכו להימנות עם חבריה, וכי על הכנסת הגדולה יהיה להקים סנהדראות. יש רבנים האומרים כי זוהי בדיוק מצוות־עשה של "שֹׁפְטִים וְשֹׁטְרִים תִּתֶּן לְךָ בְּכָל שְׁעָרֶיךָ" (דברים ט"ז, י"ט), והשאלה היחידה היא, מהו הרגע המתאים.

כמובן שאין טעם לטעון נגד דעה זו: המאמין יאמין, אך חשוב להבין מה משמעותה. על המאמין באמונה שלמה כי אנו בימות המשיח לדון בשאלה, מהו מעמד קיבוץ גלויות. על־פי המסורת, בימות המשיח יהיה קיבוץ גלויות: הפזורה תתחסל (פחות או יותר). לכן מקובל ללא היסוס וללא חשיבה לראות את ישראל לא רק כמדינה יהודית, אלא גם כמדינת כל העם היהודי המפוזר. בכך טמונות שתי תזות חשובות. האחת היא כי נדחית ההפרדה בין מוסדות הדת והמדינה, או בין הקהילה והאומה, והן הופכות לגוף אחד, והאחרת היא כי הפרדה כזו, לו הייתה מתבצעת, מנוגדת ליהדות המסורתית, הרואה ביהדות קהילה־אומה (במשמעות המסורתית של המילה "אומה").

צריך להיאמר בבהירות כי אין זה כך: ישראל אינה מדינת קהילה אלא מדינת אומה. אין היא מדינת העם היהודי אלא מדינת האומה הישראלית. ישראל היא מדינה יהודית משום שרוב בניה ובנותיה

>>

>> יהודים, ולא מכוח ההלכה – שכן ההלכה דוחה שינוי זה, שיכול להתרחש רק עם בוא משיח צדקנו. בישראל מתעקשים על כך שזו מדינה יהודית ומדינה של העם היהודי. הזיהוי הזה הוא אבסורד גמור, שכן אופי (אתני) ושייכות (לאומית) הם שני דברים שונים לחלוטין.

כאן נדרשת הערת ביניים אודות מושג ה"אתניות". מדובר במושג ישן, שנעשה מרכזי בשיח המדיני עם עליית הפלורליזם, דהיינו לאחר מלחמת העולם השנייה. הסיבה לכך פשוטה. לפני כן האינדיווידואליזם לא ראה באתניות עניין מדיני (אלא חברתי־תרבותי בלבד), והקולקטיביזם היה עוין לכל התבדלות אתנית, באשר היא מחוללת ניגוד בין זהות אתנית ולאומית.

בארצות־הברית עמותות שונות עסקו באינטרסים קבוצתיים, בחסות החוק המגן על חופש הדיבור. למרות זאת הייתה כלפיהן עוינות, שהן האינדיווידואליזם והן הקולקטיביזם המסורתיים עודדו. לפני מלחמת העולם השנייה טענו נגד הציבור היהודי כי יש בוושינגטון שדולה יהודית חזקה, וההנהגה היהודית הכחישה זאת. אחרי המלחמה, ובשל תוצאותיה, הוכרה החשיבות בשדולה יהודית חזקה. בעקבותיה הופיעו גם שדולות אתניות אחרות, ואחר־כך שדולת הנפט (שהייתה תמיד עוינת לשדולה היהודית ולישראל). מייד לאחר מכן הכירו קנדה ושוודיה במיעוטים אתניים בתוכן כבעלי זכויות מדיניות בכל מה שנוגע לשימור אופיים התרבותי. הפלורליזם נעשה תחליף נאות לקולקטיביזם ומבטיח יציבות ביחס המדיני החדש כלפי מיעוטים אתניים. בישראל אין מיעוטים אתניים אלא מיעוטים דתיים־לאומיים.

מיהו יהודי?

ובאותו הקשר חזרה ועלתה השאלה, מיהו יהודי? אין לפסוק בשאלה זו אלא ללכת בעקבות **מרטין בובר** אשר סירב לענות לשאלה משום שלא היה מורה הוראה ולא הייתה לו יומרה שכזו. מאחורי השאלה, המלווה אותנו מאז הכרזת העצמאות, לא הייתה מטרה הלכתית.


דוד בן-גוריון

השואל, **דוד בן-גוריון**, היה עוין לדת ומטרתו הייתה עוינת. הוא סבר כי יצליח על־ידי שימוש בתככים בין־מפלגתיים להערים על מסורת בת אלפי שנים, ולזמן מסוים נראה היה כי אכן הדבר עלה בידו, וכי עבור הוויתורים המזעריים שנתן למפלגות הדתיות, קיבל כל מה שרצה.

אכן, הוא קיבל את מה שרצה – כלומר, רבנות ראשית אשר פסקה ופוסקת השכם והערב בניגוד להלכה. אבל לא עלה בדעתו כי הוא מגדל בחיקו מוסד, שלא תהיה לו ולמדינה כל שליטה עליו בעתיד. בהסכמים שעשה עם ההנהגה הדתית הוא הצליח להוריד מסדר היום הלאומי שאלה חשובה, שדרשה התייחסות ופתרון. מגילת העצמאות הבטיחה בחירת אספה מכוננת על מנת לדון בחוקה, כולל, כמובן, בשאלה האמיתית והרלוונטית: **מיהו ישראלי?** אנשי האספה שנבחרה פחדו לדון בשאלה זו, הפגינו מוגות לב, מעלו בתפקידם והביאו לכך, שהאספה המכוננת התפזרה מייד, בלי שתינתן לחבריה אפשרות לדון בצעד חוקתי זה, הגם שהוא היה מרחיק לכת ביותר. במקום דיון בחוקה האספה התכנסה שוב, בתור הכנסת הראשונה, ומאז ועד היום סירבה כנסת זו לדון בשאלת מפתח לקיומנו כאן, כלומר, מיהו ישראלי? השאלה הישראלית לא עלתה לדיון, והכנסת (כמו בית־המשפט) חזרה ודנה בשאלה ההלכתית לכאורה "מיהו יהודי"? וזאת על אף שאין חברי הכנסת מורי הוראה, חלקם כלל אינם יהודים, וחלק נוסף רואה עצמו כעוין לדת.

מאז הוחלט כי ישראל הינה מדינת העם היהודי כולו, נוצר צורך חוקי להחליט, מיהו יהודי? השאלה נשאלת לא רק בהקשר מסוים, אלא גם ברובד העמוק ביותר האפשרי: היא הופכת להיות שאלה מטאפיזית, שכן שייכות המדינה לעם היהודי היא עניין שבעיקרון, העומד מעל לכל דיון – חברתי, מדיני או דתי. השייכות של אדם לעם היא זכות וחובה, שאינן מותנות ואינן ניתנות לביטול, לקניין או להעברה. כל עוד לא חוקקה הכנסת חוק האומר כי ישראל שייכת לאומתה, ובכך להפוך אותה למדינת לאום מודרנית כשאר האומות, עומדת דרך קבע על סדר היום הלאומי הישראלי שאלה דתית כאילו הייתה שאלה מדינית: מיהו יהודי?

ההנהגה הדתית היהודית בישראל דרשה, כי המדינה תקבל מראש וללא ערעור כל פסק שלה בהקשר זה. דרישה זו התקבלה חלקית. ההכרעה הסופית הועברה בסיום הדיון לממסד הדתי, שהוסמך לתת תשובה לשתי שאלות: האחת, מה המשמעות המעשית של היות ישראל מדינת כל היהודים? השנייה, כיצד מחליטים רבנים (אלה המייצגים את ממשלת ישראל תמורת שכר) בשאלה "מיהו יהודי"? ההנהגה המדינית הניחה כי בהעבירה אחריות על שאלה זו לידי ההנהגה הדתית היא מפקידה בידה, כמו בעבר, את התחום הקהילתי, ובכך נמנעת ממאבק ומחילוקי דעות שעלולים לפגוע בתחום המדיני.

זו טעות. אפילו נכונות מלאה של המדינה להיכנע להנהגה הדתית לא תוכל לבטל את הניגוד הקיים תמיד בין חובות ההנהגה הדתית לחובות ההנהגה המדינית, כל עוד לא כל אזרחי המדינה חברים באותה קהילה דתית. גם במדינות שבהן הרשות המדינית נכנעה לרשות הדתית, הדבר לא הביא לביטול הניגוד ביניהן עד לכינונו של שלטון קלריקאלי – שלטון מדיני בלעדי של הרשות הדתית, דוגמת איראן.



יעל ברתנא, וידאו סטילס מתוך "מור או ווייזה" (חומה ומגדל), 2009 /
טקסט על האמנית בעמ' 81.

רק שתי דרכים מוכרות לנו למניעת ניגוד בין הרשות הדתית והרשות המדינית: **הפרדת רשויות או איחודן.** אין תימה אפוא כי כל עוד ישראל דוחה עקרונית את הפרדת הרשויות, היא מחזקת את המאמצים לאחד אותן. ישראלים רבים מופתעים מניסיונות חוזרים ונשנים של ההנהגה הדתית לבלוע את המדינה ולהשתלט עליה. הם אינם מודעים לעוינותה המסורתית העמוקה של הדת היהודית לחירות מדינית יהודית. אם, בסופו של דבר, ההנהגה הדתית בישראל תצליח להשתלט על המדינה, אזי היא תהפוך לרשות קלריקאלית, ובכך תסטה בהכרח מהאיסור המסורתי לעסוק בענייני מדינה. על כן ברור כי ההפרדה בין הרשות הדתית והרשות המדינית היא אינטרס משותף להנהגה המדינית ולהנהגה הדתית כאחת, ולכל הישראלים, הן כחברי הלאום והן כחברי קהילות כלשהן.

מיהו תושב ארצות־הברית? התשובות לשאלה זו שונות. ההבדל אינו רק בין תשובת ישראל לתשובת ארצות־הברית, אלא אף בין תשובת משרד הפנים ותשובת משרד האוצר האמריקאיים. אין בכך רע, כל עוד ברור מהו תחום השיפוט של כל משרד. באשר לשאלה "מיהו יהודי?", ידוע לכל ישראלי כי כל אלו שהנאצים רצחו ועינו בטענה שהם יהודים, או יהודים למחצה, מתו ללא התייחסות לפסק־דין־תורה. פחות ידוע, אך לא פחות חשוב, הוא, ששאלה זו מקבלת בארצות שונות תשובות שונות. בברית־המועצות יהודים השתייכו ללאום היהודי. לא כן בארצות־הברית, שבה הם מהווים יחידה אתנית. זאת משום שברית־המועצות הייתה רב־לאומית, וארצות־הברית היא רב־אתנית אך חד־לאומית.

בישראל אין עובדה זו מוכרת, ויהודי ארצות־הברית נחשבים כאן כבני הלאום היהודי, אשר ישראל היא רכושם הפרטי מאונס, על אף שאין להם זכות הצבעה בה. הפרופסור **אוריאל רייכמן** הציע במאמרים בהם דרש חוקה לישראל, כי בחוקה ייאמר שישראל שייכת לעם היהודי, אך בלי שיהיה לכך שום תוקף חוקתי (מעבר לחוק השבות, אם זה ייחשב לחוקתי).

באין הקשר נתון, יגרום כל ניסיון לענות על השאלה "מיהו יהודי?" לבלבול. התשובה לשאלה מחייבת הקשר. העברתה מהקשר אחד למשנהו מטעה. חלק מהסילוף המקובל בישראל הוא בקבלה של הטענה השקרית בעליל, לפיה השאלה הנשאלת בכנסת זהה כביכול עם השאלה המסורתית הנדונה בספרות ההלכתית. כמו כן שקרית המסקנה, שלפיכך יש להשיב על השאלה המדינית בתשובה הדתית. אין תימה אפוא כי התשובה שהרשות הדתית כופה על הציבור אינה מסורתית – ואכן היא לוחמת בחוק השבות כמידת יכולתה, ובכך היא תורמת לחיי המדינה באורח המקעקע את אושיותיה.

אלה אשר עד תמול־שלשום סירבו להכיר בעצמאות ישראל, ואשר היום מייצגים קהילות שעודן מסרבות להכיר בה, נוטלים לעצמם את הסמכות לדבר בכנסת בשם הקדוש־ברוך־הוא כביכול. הם דורשים כי המדינה תקבל את הפרשנות של מנהיגי הקהילה היהודית האורתודוקסית בישראל. הם דורשים מקהילות שאינן אורתודוקסיות (בישראל, כמו בתפוצות), ומישראלים שאינם יהודים, וגם מישראלים יהודים שאינם שומרי מצוות – מכולם הם דורשים כמובן מאליו, שיקבלו את דעתם המדינית של האורתודוקסים כפסקי־דין בעלי תוקף הלכתי מלא. ראשי היישוב הישן נוהגים כאילו הם עוסקים בעניין קהילתי, ללא השלכות על העיסוק המדיני ועל המדינה. הם מודעים לכך כי הדבר בלתי אפשרי, והם ממציאים רפורמות דתיות השכם והערב, אך ללא עיקרון כלשהו. הם גם נמנעים מדיון בשאלות של צדק חברתי, הגם שהתלמוד מציג מצוות שבין אדם לחברו כקודמות למצוות שבין אדם למקום. זאת אולי משום שהצדק החברתי המשתקף בכתבי הקודש ובתלמוד, אינו עולה על דעתו של אדם בחברה מודרנית.

קושי זה הוא חדש בישראל, שכן השאלה "מיהו יהודי?" שונה לחלוטין כאשר היא נשאלת בקהילה, וכאשר היא נשאלת במדינה. הנה דוגמה לכך. היישוב הישן שלא הכיר בעצמאות ישראל, שיתף איתה פעולה ברפורמה אחת – הקמת בתי־דין רבניים. בבתי־דין אלה מכהנים שופטים הממונים על־ידי הרשות הדתית במימון המדינה. משום כך סמכותם חורגת הן מהתוקף המדיני והן מהתוקף הדתי. מבחינת המדינה, הם פסולים מסיבות שונות: הם נבחרים לפי הליך לא־דמוקרטי ועל־ידי רשות שכללי הדמוקרטיה לא חלים עליה; והם אינם מכירים לא בעצמאות ישראל ולא בחוקי היסוד שלה (בעיקר חוק יסוד שוויון זכויות האישה וחוק יסוד כבוד האדם). בנוסף לכך הם פסולים גם מבחינה דתית: הם אינם בתי־דין דתיים, על אף שהם נקראים "בתי־דין רבניים", שכן הם בתי־דין של השלטון וכפופים לעקרונותיו; הם ארגונים מדיניים ולא קהילתיים,

>>

>> **"השאלה הנדונה כאן היום, אינה השאלה הנכונה שנדרש כי תעלה לדיון. אנו ממשיכים לשאול "מיהו יהודי"? אבל מתכוונים וצריכים לשאול (גם את הרשות הדתית וגם את זו המדינית), מיהו ישראלי? בטענה כי ידוע (פחות או יותר) מיהו אזרח ישראלי, הרשות המדינית מתרחקת ביודעין מניסיון לתת תשובה מלאה יותר. בניגוד למדינות הלאום המערביות הדמוקרטיות הנורמליות, ישראל מסרבת לזהות את הלאום עם האזרחות. ומכאן נותרת השאלה, מיהו ישראלי?"**

ולכן אנשי הקהילה החרדית לא יבואו בקהלם. בניגוד למסורת ישראל, משרתים בתי־דין אלה רק את אזרחי ישראל היהודים שאינם שומרי מצוות. על כן הם זקוקים לגיבוי של משטרה, ואכן יש להם גיבוי כזה, והם אף מתגאים בכך ומאיימים על המורדים בהם, שישסו בהם שוטרים. אלפיים שנה מכהנים בתי־דין יהודיים ללא כוח משטרתי, והנה דווקא בישראל מתקיים בית־דין המתחזה לרבני, אך יש לו גיבוי משטרתי. קיום בתי־דין אלה, שנוסדו ביוזמת בן־גוריון, הגדיל את טובת ההנאה של מנהיגי הקבוצות הדתיות, תוך התעלמות מהאינטרס של צאן מרעיתם, שומרי המצוות.

הטעות של בן־גוריון ברורה לכול: לא המדינה הכריעה את הקהילה כפי שהוא ציפה, אלא להפך: מנהיגי הקהילה מכרסמים ללא רחם, גם באמצעות בתי־הדין, בעצמאות ישראל, במסווה של ניסיון לשמור על אופייה היהודי למראית עין. בן־גוריון ציפה שההסדר יאפשר לו בקרה על הרשות הדתית. לא עלה בדעת הממסד המדיני, שבכך הוא יאבד שליטה. כיום ברור שאין לו שליטה, לא על הממסד הדתי ואף לא על התפקוד המדיני שלו. אנשי הממסד המדיני קיוו כי הממסד הדתי ייטול על עצמו להשביע את רצון אדוניו. אנשי הממסד הדתי טענו כי אין בידיהם הרשות לכך (היו יוצאים מן הכלל, כמו הרב שלמה גורן, שטיהר ממזרים לפקודת משה דיין, אך אלו מקרים חריגים ושוליים).

הרשות המדינית, שמרבית אנשיה אינם שומרי מצוות, ביקשה מהרשות הדתית מטעם המדינה שתסטה מההלכה, לפי בקשת הציבור הרחב של אלו שאינם שומרי מצוות. הרבנים הראשיים הולכים בכיוון ההפוך. ברור להם כי שירותם אינו מביא כבוד לא למדינה, לא לקהילה ולא לדת ישראל. אם הם משלים את עצמם שהחלטותיהם זמניות ושניתן לתקנן בהמשך, אזי יש בכך גם טעות מדינית וגם חילול השם: החלטות זמניות הופכות קבע, והקדוש־ברוך־הוא וכנסת־ישראל אינם זקוקים לשירותיהם. הם ישרתו את הקהילה ואת הדת בהצלחה גדולה יותר אם יתפטרו לאלתר. הם ישרתו גם את הלאום ואת המדינה בהצלחה גדולה יותר אם יתפטרו לאלתר. אך כרגע אין תקווה שיעשו כן.

הדת היהודית, שהייתה באורח קיצוני אנטי־פוליטית, קיבלה בישראל כלים מהמדינה והפכה לזרוע המדינית של ההנהגה הדתית כאן. היחס המסורתי, לפיו עדיף להחמיר בפסקי־הלכה, הביא את ראשיה להמצאת מצוות חדשות ולהחייאת מצוות שבטלו. שינויים אלו גרמו בהיסח הדעת לגיבוש דעה, שאנו חיים בימות המשיח (לפי הפשט של דעת הרמב"ם על שעבוד מלכויות). כתוצאה מכך רצח חניך מבולבל של אסכולה משיחית ראש ממשלה בישראל, ואיש מהמנהיגים הדתיים כאן לא מחה, גם לא אלה שהביעו הסתייגות מהרצח.

אין העניין מסתכם בהתנהגות פרט מבולבל אחד וברצח מנהיג אהוב. הבעיה נותרה כשהייתה לפני 60 שנה: **חוסר הנכונות להפריד בבירור בין הרשות הדתית והרשות המדינית, על מנת שיתאפשר לכל ישראלי לקבל החלטה אישית הן על זהותו הדתית והן על זהותו המדינית.** כאשר זה יקרה, רוב הישראלים יוכלו להזדהות כיהודים מבחינה דתית ותרבותית, וכישראלים מבחינה מדינית. דבר זה יפחית את המתח בין הזהויות השונות, כפי שקורה בארצות המערב בהן יש הפרדה כזו, בעיקר ארצות־הברית וצרפת. איש אינו חולק על כך שצרפת היא קתולית, הגם שיש בה אזרחים יהודים ומוסלמים. כך יהיה ברור כי ישראל היא יהודית, גם אחרי שתיעשה ההפרדה הנכספת.

זהות לאומית היא דבר חדש יחסית. ההלכה לא דנה בה. השאלה אודות יחס ההלכה ללאומיות דומה לשאלה אודות יחסה כלפי הדלקת חשמל בשבת או אודות ניתוחי מתים. צריך שיישמע קולם של שומרי מצוות אמיצים, שידרשו בקול גדול כי ההנהגה הדתית בישראל תדון בכך ותקבע את עמדתה. האבסורד הוא כי ההנהגה הדתית מקבלת על עצמה להחליט דווקא בשאלות מדינה וצבא שאין לה מומחיות בהן, ועוד בהיסח הדעת!

זאת משום שהשאלה הנדונה כאן היום, אינה השאלה הנכונה שנדרש כי תעלה לדיון. אנו ממשיכים לשאול "מיהו יהודי?", אבל מתכוונים וצריכים לשאול (גם את הרשות הדתית וגם את זו המדינית), מיהו ישראלי? בטענה כי ידוע (פחות או יותר) מיהו אזרח ישראלי, הרשות המדינית מתרחקת ביודעין מניסיון לתת תשובה מלאה יותר. בניגוד למדינות הלאום המערביות הדמוקרטיות הנורמליות, ישראל מסרבת לזהות את הלאום עם האזרחות. ומכאן נותרת השאלה, מיהו ישראלי?

הגיע שעתן של ההנהגות המדינית והדתית להתייצב מול המציאות, להציג את השאלות האמיתיות ולתת להן תשובות חדשות. ■

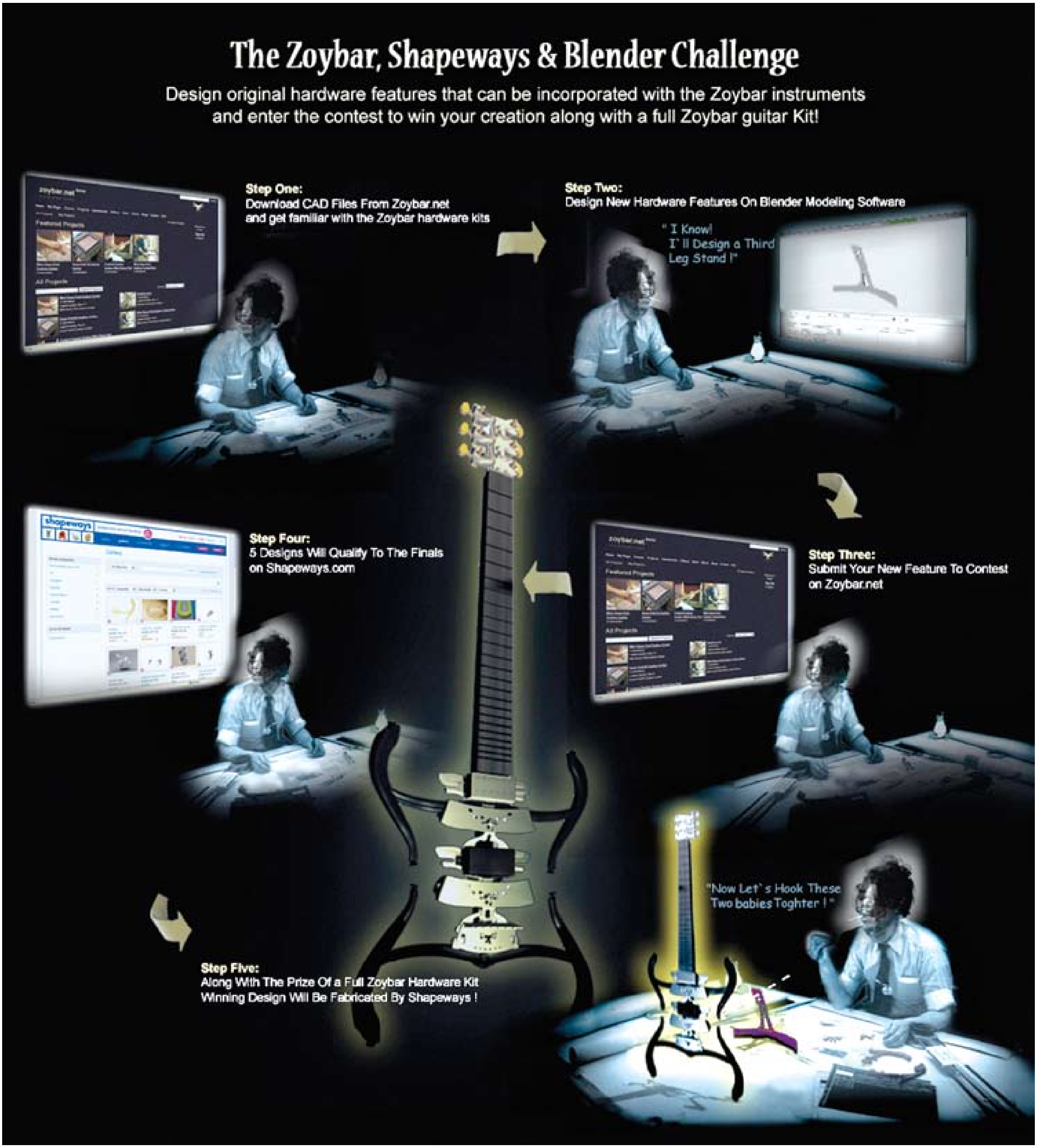
זיו בר אילן

פועלי כל העולם, התאחדו

משיתוף מידע עוברים לשיתוף בייצור. ברשת צצות סדנאות המאפשרות לכל אחד, מכל מקום, לקחת חלק בפיתוח המוצר ובתהליכי ייצורו. מנכ"ל Zoybar, חברה אינטרנטית המפתחת כלי נגינה, מדגים באמצעות החברה שהקים את המהפכה התרבותית, שעשויה להביא בעתיד גם למהפכה תעשייתית



זיו בר אילן / צילום: אבי לוין ל"מגזין 18" – Avi Levin for "18 Magazine"



כרזה המודיעה על השקת שיתוף הפעולה בין: Zoybar, Shapeways ו-Blender

"מעצבי ומתכנני מוצרים ניצבים בפני אתגר המאפיין את כלל התרבות המערבית. לב השינוי הוא המעבר מגישה ריכוזית למבוזרת. המהפכה התעשייתית החדשה איננה מבוססת על בעלות או על שליטה על אמצעי הייצור, וייעודה הוא לשרת צרכים אישיים, שכרגע אינם בהכרח מסחריים. בנקודת הזמן הנוכחית האפשרויות הטכנולוגיות קיימות, אבל בהיעדר מסה קריטית של משתמשים, השפעתן עדיין שולית"

<<

■ בעולם המערבי התחוללה בעשורים האחרונים מהפכת מידע. רשת האינטרנט, האימייל, הנגישות למידע והתקשורת הזמינה בכל עת שינו מן היסוד את הרגלי העבודה ושיטות הניהול. העשור הראשון של המאה הנוכחית התאפיין ביוזמה גלובלית להמיר את התכנים של אמצעי התקשורת השונים למאגרי מידע זמינים ברשת. הפיכת המשאבים, הידע והאמצעים נגישים לכלל החברה תמשיך להיות אחד האתגרים המרכזיים במאה ה־21.

צריכת מידע פסיבית, שאפיינה את ראשית עידן האינטרנט, עוברת בהדרגה לייצור אקטיבי: יצרני תוכן ורעיונות עצמאיים מציגים כיום את מרכולתם לכל דורש. אם שחרור צוואר הבקבוק של **הפצת** המידע היה התוצאה של המהפכה הראשונה, הרי שהעשור השני של המאה אמור להביא לשחרור צוואר הבקבוק של **הייצור**. המהפכה איננה מבוססת על שכלול טכנולוגי מהותי של יכולות המכונה, אלא של יכולות האדם. המהלך מתרחש ממש עכשיו אל מול עינינו – הסרת החסמים על ייצור והפצה מובילה בהדרגה למעבר מכלכלה של סחורות ושירותים לכלכלה של רעיונות.

ההיסטוריה הקרובה מלמדת שהמעבר למדיה דיגיטלית ושחרור צוואר הבקבוק של ההפצה ערערו את מעמדם של שחקנים דומיננטיים עד כה, בעיקר בתעשיות התוכן והתקשורת (מוזיקה, וידיאו, מו"לות ועיתונות). תהליך הביזור החדש פותח את צוואר הבקבוק של הייצור ושוחק את מעמדם של מחזיקי הידע ובעלי האמצעים. הדור הצעיר, המרבה לפעול באמצעות הרשת, אינו מכיר יותר במעמד בעלי הכוח הריכוזי, במערכות החוקים ובמוסדות המקיימים אותם. פיראטיות, התעלמות מזכויות יוצרים, שיתוף קבצים, האקרים ומניפולציה של תרבות ההמונים הם רק חלק ממאפייני תרבות הנגד, שקמה כמחאה וכאלטרנטיבה למודלים הריכוזיים.

מעצבי ומתכנני מוצרים ניצבים בפני אתגר המאפיין את כלל התרבות המערבית. לב השינוי הוא המעבר מגישה ריכוזית למבוזרת. המהפכה התעשייתית החדשה איננה מבוססת על בעלות או על שליטה על אמצעי הייצור, וייעודה הוא לשרת צרכים אישיים, שכרגע אינם בהכרח מסחריים. בנקודת הזמן הנוכחית האפשרויות הטכנולוגיות קיימות, אבל בהיעדר מסה קריטית של משתמשים, השפעתן עדיין שולית.

מאבק אידיאולוגי ניטש היום בין הגישה המאופיינת בריכוזיות משאבים וידע כמצרך ממודר, לבין גישה הדוגלת בביזור המשאבים והפצת ידע חופשי לכולם. על־פי התפיסה הריכוזית, יש לשמר ידע כמשאב מוגבל וכמקור להשפעה ולכוח. מעבדות מו"פ ממודרות יהיו בהכרח מוגבלות בכוח אדם, בידע ובאמצעים העומדים לרשותם. בגישה הריכוזית כל אמצעי הייצור – המחקר, הפיתוח, הרעיונות והצרכים – מוכתבים על־ידי גרעין מצומצם הפועל לשימור כוחו. מודל "חדשנות" ריכוזי ישלול כל המצאה המערערת את כוחו כחלק ממנגנון הישרדות טבעי. לכן, **במודל ריכוזי המשאבים מובילים את החדשנות. לעומת זאת, במודל מבוזר החדשנות מובילה את המשאבים.**

איך זה עובד?

דוגמאות לשיטת הביזור החדשה ניתן למצוא במספר הולך וגדל בכל רחבי העולם. "Hacker Spaces" הם חללי סדנאות עצמאיים, המאפשרים לכל אחד, בכל מקום, גישה למגוון רחב של אמצעי ייצור לשימוש עצמי. ביזור אמצעי הייצור מהווה מגמה הפוכה לריכוז ענפי הייצור ההמוני בדרום מזרח אסיה, ובסין בפרט. באתרי 100kgarages.com וב־hackerspaces.org ניתן לאתר את מיקומי החללים וליצור קשר ישיר עם מנהליהם לשם ביצוע עבודות מגוונות.

השיטה פשוטה יחסית: תכנון אובייקט תלת־ממדי נעשה באמצעות תוכנות תיב"מ (תכנון בעזרת מחשב). המידע נשמר כקובץ דיגיטלי, המשמש כהוראות ייצור עבור המכונות (Computer Aided Design – CAD). תחילה שימש קובץ ה־CAD לייצור תבניות או להפעלת מכונות תעשייתיות. כיום ניתן

<<



זויבר לא תוכנן ככלי ספציפי אלא כמערכת של רכיבים וקובצי ייצור הניתנים לשדרוג, הוספה והחסרה ע"י המשתמש /
צילום: אבי לוין ל"מגזין 18" – "Avi Levin for "18 Magazine

<< לשלוח את קובץ הייצור ליצרנים שונים על גבי הרשת, והמוצר הפיזי או התבנית נשלחים בדיוור ישיר לבית הלקוח תוך מספר ימי עבודה. ברשת קיימים כבר מספר אתרים המספקים למשתמש הבודד שירותי ייצור, אם זה עבור אובייקט אחד ואם זה עבור מאות יחידות. האתרים Ponoko ו־shapeways.com הם דוגמאות לאתרי אינטרנט, המהווים פלטפורמה מסחרית עבור מעצבי מוצרים, והם פועלים בדומה לחנויות המוזיקה המקוונות, בהן מוזיקאים מוכרים כיום את יצירותיהם. מבקרי האתר זוכים לצפות במגוון כלי בית, תכשיטים וצעצועים מעוצבים וייחודיים, ולהזמינם היישר לביתם.
השיטה עובדת כך: המעצבים מעלים לגלריית האתר את יצירותיהם כקובץ המוכן לייצור. הלקוחות בוחרים את המוצר הנחשק, את צבעו ולעתים גם את חומר הגלם, מתוך מבחר רחב של אפשרויות. לאחר קבלת התשלום החברה מייצרת את המוצרים במכונות שונות, ומטפלת באריזה ובמשלוח לבית הלקוח. למעט המכונות, מחסני החברות מלאים אך ורק בחומרי גלם, מסוגים ובצבעים שונים; אין צורך באחזקת מלאי של סחורה. במודל זה המעצבים הם יצרני התוכן החדש, והם חולקים עם האתרים את הרווח מכל מכירה.
אם עד לא מכבר מחירן היקר של תוכנות התיב"מ ואמצעי הייצור החדשים הגביל במידה רבה את השימוש בהם, הרי שהיום ישנם בשוק תחליפים זולים ונגישים יותר. בשנת 2002 החל השימוש בתוכנות תיב"מ זמינות וחינמיות כדוגמת Blender, והתופעה התרחבה ב־2006, עם יציאתה של תוכנת Google Sketchup.
מדפסות תלת־ממד המאפשרות להפיק מוצרים במגוון חומרים מקובץ מחשב, קיימות כבר למעלה מעשור. מחירן ההתחלתי של רוב המדפסות המסחריות נאמד באלפי דולרים. באחרונה מסתמנת התפתחות חדשה: בינואר 2010 החלה חברת HP להפיץ בעולם את מדפסות תלת־הממד של חברת Stratasys Inc, ויש בכך כדי לרמוז, שהשוק הזה הופך אטרקטיבי גם עבור התאגידים הגדולים.
דוגמה נוספת ויוצאת דופן היא מדפסת RepRap, פרי פיתוחו של ד"ר אדריאן בויר מאוניברסיטת Bath. קובצי הייצור של ה־RepRap ניתנים להורדה בחינם כרכיבים לייצור עצמי, והמשך פיתוחה נעשה על־ידי קהילת מהנדסים מתנדבים. בדצמבר 2006 הדפיסה, לראשונה, מדפסת RepRap חלקי חילוף עבור עצמה. מבלי להחשיב אומים וברגים, RepRap מסוגלת כיום לייצר כ־ 50% מכלל חלקיה. לחלופין, ניתן לרכוש אותה בכ־750 דולר באתר Makerbot.
ייצור מבוזר במיקור חוץ (out sourcing) אינו חידוש בעולם התעשייתי. בעולם קיימת מזמן היכולת לתכנן, להפיץ ולייצר מוצרי צריכה, ללא צורך בבעלות על תשתיות הייצור. יכולות הייצור החדשות גם אינן מהוות שיפור מהותי בהשוואה ליכולות הייצור ההמוני. לכן יש הטוענים שאין כאן מהפכה, אלא התפתחות. על־פי גישה זו, גם האינטרנט הוא לא יותר משכלול טכני של המצאת הטלגרף. המהפכה שיצר הטלגרף נעוצה ביכולות החדשות שהציע להעברת מסרים מיידיים, ללא תלות במגבלות זמן ומרחק. הטלפון, הרדיו, הטלוויזיה, ומאוחר יותר תקשורת הלוויינים והאינטרנט, מהווים רק שכלול טכני של אותה פריצת דרך. אבל עם כל הכבוד להבחנה מלומדת זו, השוואת מפרטים טכניים של ביצועי מכונות אינה הכלי הנכון להבנת מגמות ושינויים תרבותיים.
כיום כל מוזיקאי עצמאי יכול להפיק את יצירותיו ולהפיצן בצורה מסחרית. אדם אחד – המוזיקאי עצמו – יכול לאייש מגוון תפקידים: מלחין, כותב, נגן (בכלים שונים), מפיק, מעבד מוזיקלי, טכנאי סאונד, מנהל ייצור, משווק, יחצ"ן, ובעצם כל תפקיד אחר. הדבר תקף גם לגבי אנימטורים וגרפיקאים, שעוסקים בכל מלאכת ההפקה, הכתיבה והייצור. בני הדור הצעיר רוכשים מיומנויות אלה באופן טבעי, כחלק מצורך תרבותי וחברתי חדש. בהתאמה, מעצבי מוצר עצמאים נדרשים לפתח יכולות וידע חדש, החורגים מהגדרת התפקיד המסורתי.
כיצרני תוכן מסחרי, מעצבי מוצר ניצבים כיום בפני אותה דילמה שהעסיקה מוזיקאים לפני כעשור, עם תחילת מגמת שיתוף בקיבצי המוזיקה. היכולת להפיק אבטיפוס – או, בהתאמה, מספר עותקים של קלטת דמו – כבר קיימת, אך הם עדיין תלויים בפלטפורמות



אחד המאפיינים הבולטים של Zoybar הינו עצם היותה קהילה גדולה של משתמשים, שיוצרת ומתקשרת באתר הפרויקט. בדומה לפרויקטים שיתופיים כמו ויקיפדיה, האינטליגנציה השיתופית מאפשרת להתייעץ, לקבל ולחלק טיפים ויישומים נוספים לערכות הבסיס.

ייצור ושיווק ריכוזיות כמקור מרכזי לפרנסתם. בשלב זה, מרבית היוצרים מעדיפים לגנוז את עבודתם מאשר להעמידה לרשות הכלל ברשת.

הפצת ויצירת המידע והידע ברשת נעשות בינתיים על בסיס יוזמות פרטיות, ולא על־ידי ארגונים ריכוזיים. כשם שמקובל כיום לשתף אחרים ביצירות מוזיקליות, קטעי וידיאו ועיצובים גרפיים מקוריים, כן יהיה מקובל לשתף אותם בקובצי הייצור של מוצרי צריכה. זה רק עניין של זמן. בדומה לכל שינוי משמעותי, אימוץ מגמה חדשה והפיכתה לתופעה נפוצה תלויים במידת המודעות ליתרונות השיטה החדשה ובתמריצים לביצוע השינוי.

David-Laserscanner היא דוגמה לאחת התוכנות המאפשרות להפוך כל מצלמת רשת וציין לייזר סטנדרטיים לסורק תלת־ממד ביתי. באמצעות תוכנה הניתנת להורדה בחינם, ניתן לסרוק אובייקטים תלת־ממדיים פיזיים ולהעלותם לרשת כקובצי ייצור הזמינים לכול. צריכת מוצרים פיזיים כמידע הניתן למשלוח ולשכפול עצמי, עשויה להשפיע על הכנסותיהם של ענפי לוגיסטיקה כדוגמת שיווק, אחסנה, הובלה ואריזה. ניתן רק לשער כיצד התרחבות המגמה עשויה להשפיע על ענפים נלווים כביטוח, מיסי יבוא, מכס, זכויות יוצרים ופטנטים. ובכל זאת, למרות זמינות האמצעים וביטול חסמי העלויות, טרם הבשילה פופולריות השימוש האישי לכלל יישום המוני.

Zoybar כמודל אפשרי

ב־2005, עם סיום לימודי בבצלאל, הקמתי את Zoybar כמודל ניסיוני למעבדת מו"פ מבוזרת. מרבית האמצעים הקיימים היום, התפתחו במקביל לכדי שיתופי הפעולה המוצגים ב־ www.zoybar.net. הבחירה ליישם את המודל המבוזר בתחום כלי הנגינה נבעה מתוך הכרה, שמרבית היוזמות המשותפות נעשות במסגרת פעילויות הפנאי. התגמול וההכרה האישית בפעילויות מסוג זה הם התמריץ החזק ביותר ללימוד ולהפצת הידע.

הפרסום שניתן ל־Zoybar במגזינים ובכתבות טלוויזיה בעולם, תרם רבות לחשיפתה ולהחדרת המודל החדשני והאמצעים המבוזרים לתודעה של הציבור הרחב. Zoybar היא מעבדת מו"פ פתוחה, המאפשרת לאקדמאים, לחובבים ולחברות מסחריות לפתח כלי נגינה ואפליקציות נלוות על גבי פלטפורמה שיתופית. ידע, בהקשר שלנו, הוא היכולת ליצור. מתוך כוונה לאפשר מגוון רעיונות, Zoybar לא תוכננה כמוצר ספציפי, אלא כפלטפורמה גמישה המספקת מענה למגוון צרכים אישיים.

זהות ותרבות אופיינו בעבר על־ידי צריכת מותגים פסיבית; המותגים סיפקו זהות וסגנון חיים לרכישה. כיום מתרחש תהליך הפוך: התאמה אישית של מוצרים ושירותים עומדת בבסיס ההגדרה העצמית. המגמה הנוכחית מתבטאת במגוון תחומים, החל בהתאמה

>>

>> אישית של בגדי יד שנייה ועד התאמת תוכנות בקוד פתוח לצורכי עסקים מקומיים. המשותף לכולם הוא השימוש בקיצורי דרך זמינים למימוש הצורך לביטוי אישי.

שפה משותפת היא המפתח לשיתוף פעולה והאמצעי להפצת ידע. המכנה המשותף לתוכנה ולחומרה בקוד פתוח הוא הרעיון של שפה – מערכת של אותות וסמלים הכפופים למערכת כללים (תחביר). Zoybar מספקת "ערכות לגו פתוחות" כקיצור דרך המאפשר להרכיב ולפתח מגוון כלי נגינה חשמליים פיזיים בתהליך שיתופי. מאותם רכיבי בסיס ניתן להרכיב כלים ("משפטים") שונים. עיצוב הרכיבים כאייקונים מזוהים מאפשר לכל משתמש לקרוא ולהעתיק בקלות רעיונות חדשים.

אחד המאפיינים הבולטים של Zoybar הוא קהילה גדולה של משתמשים, שיוצרת ומתקשרת באתר הפרויקט. בדומה לפרויקטים שיתופיים כמו ויקיפדיה, האינטליגנציה השיתופית מאפשרת להתייעץ, לקבל ולחלק טיפים ויישומים נוספים לערכות הבסיס. תרבות שיתוף הקבצים היא מרכיב מרכזי בהפצת המגמה והרחבת הידע ומעגל המשתמשים. תכנון פלטפורמה פיזית כמבנה פתוח מתאפשר הודות למודולריות הגמישה לשינויים. הפלטפורמה הבסיסית המשותפת מאפשרת למפתחים להתמקד ישירות בחדשנות כקיצור דרך, בלי לבזבז אנרגיה וחומר על "המצאת הגלגל" מחדש.

בדצמבר 2009, במסגרת מאמר ב–"Innovation Journal", יצרה Zoybar תקדים והפכה לחברת החומרה הראשונה, המאפשרת גישה לקובצי ייצור לשימוש לא מסחרי. זמינות הקבצים מאפשרת ליוצרים עצמאים לפתח רכיבים נלווים מהמחשב הביתי, ואף לייצר ולשווק אותם באמצעים החדשים. המשתמש הבודד זוכה להשתמש במערכת הנמצאת בשדרוג תמידי, מבלי להחליף את המערכת כולה. Zoybar, כיצרנית החומרה, זוכה לזנב ארוך של תוספים, המקנים לחוויית המשתמש ערך מוסף, בדומה לאפליקציות המפותחות עבור מכשירי אפל וגוגל אנדרואיד.



מפה המציגה את רשת סדנאות ה–Hacker Spaces / מקור: http://hackerspaces.org/wiki

מאז הושק רשמית בפברואר 2009, החלו משתמשים מכל העולם להעלות לאתר מגוון כלים חדשים, שלא היו ניתנים לפיתוח תחת מודלים עסקיים קונבנציונליים. בינואר 2010 זכתה Zoybar בפרס עתיר לשנת 2009 מטעם משרד התמ"ת, על תרומתה בתחום החדשנות המבוזרת והחומרה הפתוחה.

העתיד המשותף לפנינו

בתחילת העשור השני של המאה ה־21 עדיין שולטות גישות ייצור שמרניות וריכוזיות, המבוססות על מאפייני המהפכה התעשייתית של המאה ה־19. רבות מפלטפורמות הייצור הריכוזיות אינן בנויות באופן שיכול לתת מענה מספק למגוון צרכים, בהיקפים ובמיקומים משתנים.

הגישה היצרנית המבוססת על עקרונות מבוזרים מתפשטת. העיקרון שיש לרכז מאמץ למען מטרה משותפת לא משתנה גם במודל מבוזר, אבל השיטה מתגברת על חסמים שנוצרים במודל הייצור הריכוזי. ניתן לזהות התפתחות של מודלים מבוזרים בתחומים שונים, כמו לוחמה, הוראה, תרבות פנאי ובידור ופיתוח תוכנה. בשלב ביניים מוקמות פלטפורמות ידע ואמצעים המציגות אלטרנטיבה למודל הריכוזי. לרוב, אלו הם טכנולוגיות ואמצעים המאפשרים למשתמשים להיות מעורבים בכל הרמות ולשפר את המודל בתהליך שיתופי, במינימום חסמי כניסה. במודל החדש המטרה משותפת לפרטים רבים, והידע והאמצעים עומדים לרשות כולם. כל יוזמה שכזו מאופיינת ביצירת שקיפות, ביטול היררכיות ושיתופיות במשאבים ובידע.

ניתן לדמות את החברה הצרכנית הנוכחית לפעוט פסיבי, התלוי לחלוטין בגורם חיצוני שיספק את צרכיו. כעת הוא רק עושה את צעדיו הראשונים; תחילה תוך חיקוי הסביבה, ובהמשך תוך הפגנת יכולות ביטוי ויצירה משוכללות ועצמאיות. מסיבה זו השוואת תוכן משתמשים ל"תוכן מקצועי בוגר" מפספסת את גודל ההישג המהפכני – ביטול הסמכות והיכולת הבלעדית להיות יוצר עצמאי בעולם הפיזי. מבחינה זו, ייתכן כי גם Zoybar איננה שכלול מהותי של כלי הנגינה המסורתיים, אך יישומיה מייצגים את תחילת מימוש השינוי.

אנו נמצאים עדיין בתחילת הדרך בכל הקשור להקניית הידע הנדרש לבגרות וליציאה לעצמאות מלאה. לשם כך יש להרחיב את המגמה שתאפשר את הפיכת כלל המשאבים, הידע והאמצעים נגישים לכלל החברה. ■

הכותב הוא מייסד ומנהל חברת Zoybar, ובמסגרת עבודתו מעורב בפרויקטים ובחברות המוזכרים במאמר.